

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

NOVÁK PATRIK

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



KOMPRESNÍ VLASTNOSTI – HODNOCENÍ
PARAMETRŮ PLOŠNÝCH TEXTILIÍ PŘI JEJICH
STLAČOVÁNÍ

COMPRESSION PROPERTIES – PERFORMANCE
EVALUATION IN THEIR SURFACE TEXTILES
COMPRESSION

Patrik Novák

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R004 Technologie a řízení oděvní výroby

KOD/2012/06/4/BS

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zuzana Fléglová

Rozsah práce:

Počet stran textu	87
Počet obrázků	57
Počet tabulek	15
Počet str. příloh	22

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Patrik Novák**
Osobní číslo: **T09000328**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**
Název tématu: **Kompresní vlastnosti - hodnocení parametrů plošných textilií při jejich stlačování**
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakterizujte mechanické vlastnosti plošných textilií. Provedte rešerši zaměřenou na hodnocení parametrů plošných textilií při jejich stlačování.
2. Popište metody pro hodnocení tloušťky a kompresních vlastností plošných textilií.
3. Navrhněte a proveďte experiment hodnocení kompresních vlastností pro vybrané představitele sortimentu plošných textilií.
4. Na základě provedeného měření vyhodnoťte zjištěné výsledky a porovnejte testované materiály.

PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne 9. 5. 2012

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucí této bakalářské práce Ing. Zuzaně Fléglové za poskytnutí svého volného času, cenných rad a zájem při vedení této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat celé katedře oděvnictví na Technické univerzitě v Liberci, především Ing. Marii Koldinské za pomoc při měřeních a za poskytnutí cenných rad pro experimentální část této práce.

V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině, přítelkyni a blízkým přátelům za velkou psychickou podporu v průběhu mého studia.

ANOTACE

Tato práce se zabývá studiem kompresních vlastností – hodnocení parametrů plošných textilií při jejich stlačování.

V teoretické části je popsána tloušťka a mechanické vlastnosti, stlačitelnost a další kompresní vlastnosti plošných textilií. Dále některé z metod pro hodnocení tloušťky a kompresních vlastností plošných textilií.

V experimentální části jsou za sortiment plošných textilií vybrány autopotahy. Jsou hodnoceny jejich kompresní vlastnosti, vyhodnoceny zjištěné výsledky a autopotahy mezi sebou porovnány.

Klíčová slova

tloušťka, stlačitelnost, kompresní vlastnosti, plošné textilie, autopotahy

ANNOTATION

This work deals with the compressive properties – evaluation of parameters of fabrics during their compression.

The theoretical part describes the thickness and mechanical properties, compressibility and other compression properties of fabrics. Furthermore, it describes some of the methods for evaluating thickness and compression properties of fabrics.

In the experimental part are as the range of fabrics chosen seat covers fabrics. They are evaluated by their compression properties and results are compared with each car seat cover.

Key words

thickness, compressibility, compression properties, surface textile, seat cover

Seznam zkratk

p_m	měrný tlak	[Pa]
F	zatěžující síla	[N]
S	plocha	[m ²]
σ	napětí	[Pa]
t	rychlost	[m/s]
Δl	absolutní deformace	[mm]
l_o	počáteční délka	[mm]
l	konečná délka	[mm]
h_o	počáteční tloušťka	[mm]
h	konečná tloušťka	[mm]
ε	deformace, tažnost	[%]
ε_e	elastická deformace	[%]
H_0	tloušťka před stlačením	[mm]
H_1	tloušťka při stlačení	[mm]
H_2	tloušťka po odlehčení	[mm]
H_3	tloušťka po relaxaci	[mm]
ε_{ve}	viskoelastická deformace	[%]
ε_{pl}	plastická deformace	[%]
μ	zaplnění	[-]
V	objem vláken	[m ³]
V_c	celkový objem vlákenného útvaru	[m ³]
M_o	objemová hmotnost textilie	[kg/m ³]
ρ	měrná hmotnost vláken	[kg/m ³]
S_v	objem vláken	[m ³]
S_c	celkový objem vlákenného útvaru	[m ³]
S	stlačitelnost	[m/log Pa]
h_1	tloušťka	[m]
h_2	tloušťka	[m]
p_1	tlak	[Pa]
p_2	tlak	[Pa]
WC	kompresní energie	[N.m/m ²]
P	tlak	[N./m ²]
T	tloušťka	[m]
T_o	tloušťka plošné textilie při minimálním tlaku	[mm]
T_m	tloušťka plošné textilie při maximálním tlaku	[mm]
LC	linearita křivky tlak – tloušťka	[-]
RC	kompresní elastická zotavení	[%]
WC'	kompresní energie při zotavení	[N.m/m ²]
G	relaxace napětí	[N/m]

ε_o	časově nezávislá elastická deformace	[%]
ε_z	časově závislá dokonale vratná deformace	[%]
ε_v	časově závislá nevratná deformace	[%]
H	hystereze	[%]
S_{pl}	plošná hmotnost	[g/m ²]
\bar{x}	aritmetický průměr	
s	směrodatná odchylka	
v	variační koeficient	
r	index korelace	

Obsah

1	Úvod	11
2	Teoretická část.....	12
2.1	Tloušťka plošných textilií	12
2.2	Mechanické vlastnosti plošných textilií	14
2.2.1	Napětí	15
2.2.2	Deformace	16
2.2.3	Pevnost plošných textilií v tahu.....	18
2.3	Stálost tvaru plošných textilií.....	19
2.3.1	Tuhost v ohybu	20
2.4	Stlačitelnost.....	20
2.4.1	Teorie stlačování	21
2.4.2	Součinitel zaplnění	22
2.4.3	Sommerův vztah pro stlačitelnost	23
2.4.4	Parametry textilie při stlačování.....	24
2.4.5	Základní typy zkoušek pro studium mechanických vlastností.....	25
2.4.6	Kompresní vlastnosti plošných textilií	26
2.5	Metody hodnocení tloušťky a kompresních vlastností plošných text... 30	
2.5.1	Zjišťování tloušťky plošných textilií (ČSN 80 0844)	30
2.5.2	Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků (ČSN EN ISO 5084 (80 0844)).....	33
2.5.3	Zjišťování tloušťky a kompresních vlastností pomocí přístroje KES – FB3.....	36
2.5.4	Přístroje pro hodnocení tloušťky	38
3	Experimentální část	42
3.1	Autopotahy	42
3.1.1	Druhy autopotahů podle materiálu	43
3.2	Charakteristika vzorků autopotahů	44

3.3	Vyhodnocení měření kompresních vlastností autopotahů	47
3.4	Korelace	47
3.5	Porovnávání kompresních vlastností autopotahů	48
3.5.1	Naměřené tloušťky autopotahů	50
3.5.2	Stlačitelnost	54
3.5.3	Porovnání kompresní energie	63
3.5.4	Porovnání kompresního elastického zotavení	69
3.6	Hodnocení respondenty	76
3.6.1	Subjektivní hodnocení omaku	76
3.6.2	Hodnocení kompresních vlastností respondenty	78
4	Vyhodnocení kompresních vlastností autopotahů	81
5	Závěr	84
	Použitá literatura	86

1 Úvod

Úkolem této bakalářské práce byla studie kompresních vlastností – hodnocení parametrů plošných textilií. S kompresními vlastnostmi plošných textilií velice úzce souvisí jeden z jejich základních parametrů, kterým je tloušťka. Tloušťka textilií může být ovlivněna jemností přízí, počtem zákrutů přízí a v neposlední řadě vazbou. Mezi nejzákladnější druhy plošných textilií patří tkanina, pletenina, pletenotkaniny, vrstvení textilie a netkané textilie. Komprese neboli stlačitelnost textilií je důležitým aspektem v oddělovacím procesu, při vlhkotepelném namáhání textilie a v neposlední řadě najde své uplatnění i v oblasti komfortu.

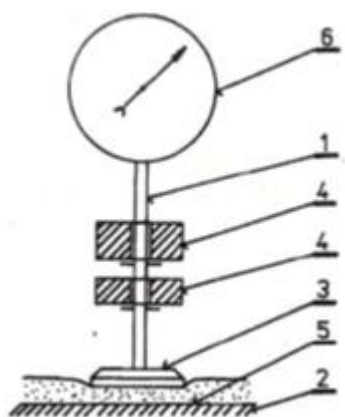
V teoretické části bakalářské práce jsou popsány mechanické a kompresní vlastnosti plošných textilií, rešerše zaměřená na hodnocení parametrů plošných textilií při jejich stlačování. Dále jsou popsány metody pro hodnocení tloušťky a kompresních vlastností plošných textilií.

Další částí bakalářské práce bylo provedení experimentálního hodnocení kompresních vlastností pro vybrané představitele sortimentu plošných textilií a na základě provedených měření vyhodnotit zjištěné výsledky a porovnat testované materiály. Mezi představitele sortimentu plošných textilií byly vybrány vzorky autopotahů od českých výrobců a jednoho slovenského. Kompresní vlastnosti byly vyhodnocovány na přístroji KES – FB 3, tloušťkoměru SDL M034A a dále byly vzorky předloženy respondentům na ohodnocení tloušťky stlačitelnosti a kompresní pružnosti.

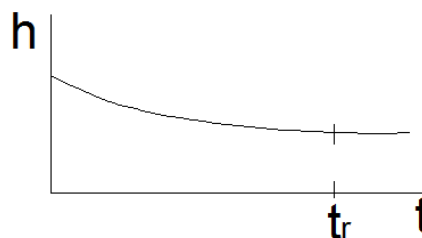
2 Teoretická část

2.1 Tloušťka plošných textilií

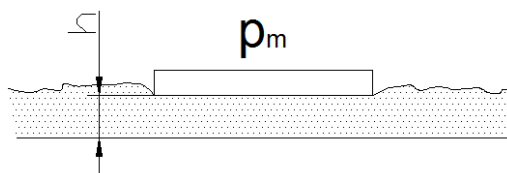
Tloušťka plošné textilie je definována jako kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie, měřená při zatížení, které je dáno normou ČSN EN ISO 5084 (800844) pro zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků a to proto, že plošná textilie je snadno deformovatelná. Pro měření tloušťky těchto textilií se používá různých tloušťkoměrů. Princip ovšem zůstává stejný a to změření vzdálenosti mezi dvěma čelistmi, kde je položena textilie. [1] [2]



Obr. 1. Tloušťkoměr [2]



Obr. 2. Závislost tloušťky textilie na čase po přitlaku čelisti [1]



Obr. 3. Měření tloušťky [2]

Důležitým parametrem při měření tloušťky je přítlak mezi čelistmi. Je definován jako měrný tlak

$$p_m = \frac{F}{S} \text{ [Pa]} \quad (1)$$

kde p_m – měrný tlak [Pa]
 F – zatěžující síla [N]
 S – plocha čelisti [m²]

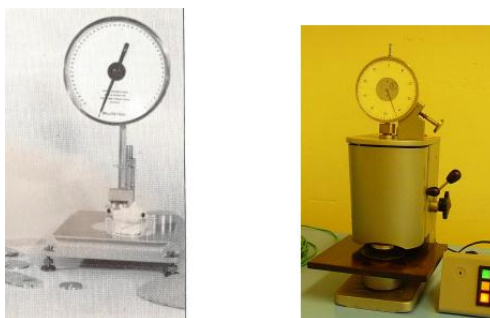
Tento přítlak je vyrovnán vnitřním odporem v textilií. Měření tloušťky je závislé na čase, takže pokud budeme měřit tloušťku textilie ihned po vložení přítlaku, dosáhneme jiných výsledků. Znázorněno na obr. 2.

Na křivce závislosti tloušťky na čase si může všimnout, že po určitém čase se křivka asymptoticky blíží konstantní tloušťce. V tomto čase jsou změny tloušťky plošné textilie na čase jen minimální a při měření dojdeme k reprodukováným hodnotám. Čas, při kterém dojde k ustálení deformace plošné textilie, bývá v normách stanoven na 30 sekund. [1] [2]

K měření tloušťky plošné textilie se používá různých tloušťkoměrů odlišných konstrukcí. Existují i ruční měřicí přístroje, které rychle určí tloušťku materiálu a stolní měřicí přístroje s přidavnými závažími.



Obr. 4. Ruční tloušťkoměry [3]

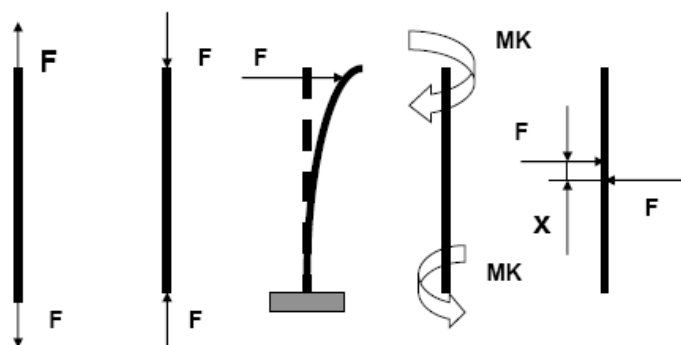


Obr. 5. Stolní tloušťkoměry [3]

2.2 Mechanické vlastnosti plošných textilií

Plošné textilie jsou při zpracování i při používání v běžném životě vystaveny různému namáhání, jako je tah, tlak, ohyb, krut a stříh (obr. 6). Tato individuální namáhání obvykle nepůsobí samostatně (jednotlivě), ale i v různých kombinacích. Plošné textilie jsou tedy vystaveny složenému namáhání. Například textilie může být namáhána současně tahem ohybem i krutem. Aby plošná textilie mohla odolávat těmto různým namáháním, musí mít určité vlastnosti jako například pevnost, pružnost a další. Mechanické vlastnosti jsou tedy odezvy na mechanické namáhání materiálu pomocí vnějších sil.[4]

Vědci S. El-Ghezal Jeguirim a S. Fontaine z Francie se při zkoumání mechanických vlastností a namáhání plošných textilií tlakem vyjádřili takto: „Charakterizovat mechanické vlastnosti vlákenné vrstvy je důležitý krok ke studiu a modelování mechanických vlastností textilií. Chování vláken při příčné kompresi je jednou z nejdůležitějších vlastností přízi ovlivňující nejen kompresní vlastnosti textilií, ale i jejich tahové a smykové vlastnosti.“[5]



Obr. 6. Druhy namáhání – tah, tlak, ohyb, krut, smyk [1]

Zároveň při různých mechanických namáháních dochází v textiliích ke změně tvaru, tudíž k tzv. deformaci, která je závislá na:

- velikosti zatížení
- rychlosti namáhání
- době trvání

Mechanické vlastnosti se dají využít i při výrobě vláken a textilií, a proto mohou být zařazovány i mezi zpracovatelské vlastnosti.[6] Zároveň jsou velice důležitým parametrem, jelikož se podle nich hodnotí zpracovatelské vlastnosti a užité vlastnosti

materiálu. Při zjišťování těchto mechanických vlastností se působením vnějších sil zvětšuje deformace textilií a následně se zaznamenává, jak s rostoucí deformací přibývá napětí v textiliích.

Mezi tyto zjišťované vlastnosti patří:

- pevnost
- pružnost
- tažnost
- tuhost

Dále jsou mechanické vlastnosti plošných textilií vyjadřovány těmito ultimativními charakteristikami:

- pevnost (síla do přetrhu) P [N]
- napětí do přetrhu σ [Pa]
- protažení do přetrhu Δl [mm]
- tažnost (deformace do přetrhu) ε [%]

2.2.1 Napětí

Pod pojmem napětí rozumíme absolutní sílu F [N], jenž působí na plochu plošné textilie S [m²]. Přepočet absolutní síly na napětí se provádí proto, abychom mohli mezi sebou porovnávat různé materiály. Přepočet na plochu je i ve strojařině u kovů, z nichž je možno vyrobit vzorek s přesně definovanou plochou průřezu. [6]

Napětí vyjádřeno dle vztahu

$$\sigma = \frac{F[N]}{S[m^2]} [Pa] \quad (2)$$

kde σ – napětí [Pa]

F – síla [N]

S – plocha [m²]

2.2.2 Deformace

Deformace je změna tvaru tělesa za působení vnějších sil (kap. 2.2). Jevy, které pozorujeme při tomto dění na textilních vláknech charakterizují mechanické vlastnosti. Ve většině případů zkoumáme deformace vláken přízí nebo hotových výrobku.

Při natahování nebo stlačování vzorku textilie dochází k jeho deformování. Absolutní deformaci vyjadřujeme Δl [mm].

Má-li být porovnána deformace různých materiálů je nutno užít relativní deformaci v jednotkách [%]. Nebudeme-li vyjadřovat deformaci v %, bude vyjádřena jako bezrozměrné číslo [-].[7]

Absolutní deformace

$$\Delta l = l - l_o \text{ [mm]} \quad (3)$$

kde l_o – počáteční délka vzorku
 l – konečná délka po natažení

Po úpravě lze použít předchozí vztah i pro stlačování:

$$\Delta h = h_o - h \text{ [mm]} \quad (4)$$

kde h_o – počáteční tloušťka vzorku
 h – konečná tloušťka po stlačení

Relativní deformace – tažnost ε [%]

$$\varepsilon = \frac{\Delta l [\text{mm}]}{l_o [\text{mm}]} \text{ [1]} \quad (5)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l [\text{mm}]}{l_o} * 10^2 \text{ [%]} \quad (6)$$

2.2.2.1 Druhy deformací podle materiálu

Podle vlastností materiálů rozlišujeme 3 základní druhy deformací:

- Elastická deformace
- Viskoelastická deformace
- Plastická deformace

Elastická (pružná) deformace

Pro elastickou neboli pružnou deformaci je příznačné, že těleso po vymizení silového zatížení nezůstává deformované, ale vrací se do svého původního stavu, tedy nabývá původního tvaru a objemu. Tato deformace je vratná. Energie, která je vynaložená do této deformace, se vrací zpět ve formě práce. Ve strojírenství je pružná deformace popisována Hookovým zákonem. U textilních materiálů se elastická deformace zjišťuje podle následujícího vztahu:

$$\varepsilon_e = \frac{H_2 - H_1}{H_0} * 10^2 \quad [\%] \quad (7)$$

kde H_0 – tloušťka před stlačením [mm]

H_1 – tloušťka při stlačení [mm]

H_2 – tloušťka po odlehčení [mm]

Viskoelastická (zpožděná elastická) deformace

Viskoelastická deformace je deformace, která je časově zpožděná. Typické pro tuto deformaci je, že v průběhu doby zatěžování narůstá a po odlehčení se zatěžované těleso postupně v závislosti na čase vrací do původního tvaru. V principu se jedná o dokonale vratnou deformaci, ale ne okamžitě. Doba návratu do původního stavu závisí na zkoušeném materiálu. U reálných látek je tato doba velmi dlouhá. Při popisu viskoelastické deformace je důležitá časová závislost deformace a rychlosti deformace. Příkladem této zpožděné elastické deformace je tečení (creep). Viskoelastickou deformaci lze vypočítat podle vztahu:

$$\varepsilon_{ve} = \frac{H_3 - H_2}{H_0} * 10^2 \text{ [%]} \quad (8)$$

kde H_0 – tloušťka před stlačením [mm]

H_2 – tloušťka po odlehčení [mm]

H_3 – tloušťka po relaxaci [mm]

Plastická (trvalá) deformace

Plastická deformace je časově závislá a dokonale nevratná. Pro plastickou deformaci (nejenom textilie) je charakteristické, že po ukončení silového působení se materiál (textilie) nevrátí do svého původního stavu a po odlehčení zůstává deformovaná. Tato deformace vzniká tehdy, když překročíme určité napětí. Po překonání tohoto napětí přestává platit Hookeův zákon. V plastické oblasti deformace je závislost napětí a deformace podstatně složitější než v pružné oblasti. Ve srovnání s elastickou deformací se u plastické deformace výrazněji projevuje i vliv teploty a rychlosti zatěžování. Jde proto o proces termodynamický a mechanický.

$$\varepsilon_{pl} = \frac{H_0 - H_3}{H_0} * 10^2 \text{ [%]} \quad (9)$$

kde H_0 – tloušťka před stlačením [mm]

H_3 – tloušťka po relaxaci [mm]

V reálné látce se dané typy deformací prakticky odděleně nevyskytují. Zpravidla lze najít oblasti namáhání, kde za určitých podmínek jeden typ deformace převažuje. [1]

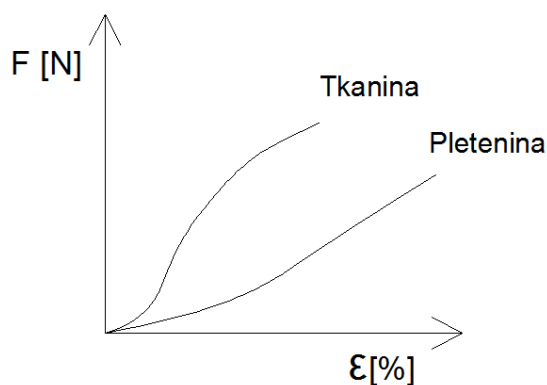
2.2.3 Pevnost plošných textilií v tahu

Zkoušky pevnosti jsou dány normou ČSN EN ISO 13934-1 – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Zkouší se vzorky ve dvou na sobě kolmých směrech:

- Tkaniny ve směru osnovy a útku
- Pleteniny ve směru sloupku a řádku

Podle této normy mají být vzorky vystřiženy tak, aby neměly ani jednu společnou nit. Normovaný je rovněž tvar vzorku. U tkanin se vystřihne vzorek 300 x 60 mm a následně je poté vypárán na šíři 50 mm. Vzdálenost pro upnutí je 200 mm.

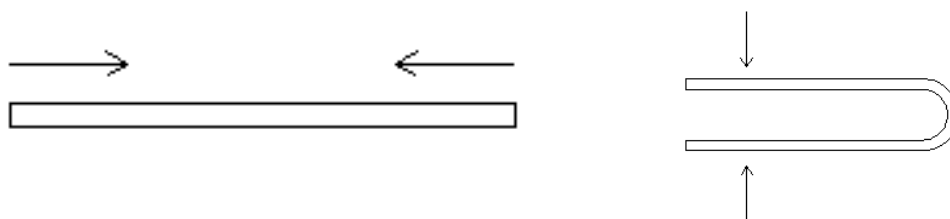
U pletenin se vzorek vystřihne podle šablony. Zkouší se ve stočeném tvaru a upínací délka je 100 mm. Zkušební vzorek plošné textilie o daných rozměrech je napínán konstantní rychlostí do přetržení, při tom se zaznamenává maximální síla a tažnost při maximální síle. Na základě požadavku se může zaznamenat i síla při přetrhu a tažnost při přetrhu. Tkaniny a pleteniny mají rozdílné tvary křivek pevnosti a tažnosti. To proto, že tkanina bývá pevnější s malou tažností a pletenina naopak mívá nižší pevnost a větší tažnost. Tvar jejich křivek je znázorněn na obrázku obr. 7.[1]



Obr. 7. Tahové křivky [1]

2.3 Stálost tvaru plošných textilií

Plošné textilie jednak během dalšího zpracování, ale zejména svým používáním jsou vystaveny spoustě fyzikálních vlivů, jako je například teplo, sluneční záření, vlhkost, atd., které ovlivňují její stálost v zachování jejích parametrů. Tyto vlivy mohou mít za následek deformaci, která je buďto v ploše nebo v prostoru plošné textilie a v mnoha případech se jedná o deformace kombinované z těchto základních typů. Stálosti a odolnosti tvaru plošných textilií můžeme rozdělit na sráživost, tuhost v ohybu, splývavost, mačkavost a stálosti vybarvení.[2]



Obr. 8. Změny tvaru plošné textilie působením vnitřních i vnějších sil [2]

2.3.1 Tuhost v ohybu

Tuhost v ohybu je fyzikální veličina, která působí jako silový odpor textilie proti deformaci ohýbání vnější nebo vlastní tíhou. Tento odpor je součtem všech třecích a soudržných sil, které vznikají mezi vlákny a nitěmi ve vazných bodech při ohybu. To znamená, že tkaniny s vyšší dostavou a pleteniny s vyšší hustotou budou vykazovat vyšší hodnoty tuhosti. Pokud jsou tyto textilie ještě speciálně preparovány nebo podlepovány, je hodnota tuhosti ještě vyšší. Ohybovou tuhost ovlivňuje také konstrukce přize, struktura vláken, atd. Tuhost v ohybu se hodnotí pomocí metody podle Sommera, Cantileverova testu a přístroje TH5. [2]

2.4 Stlačitelnost

Zřejmě jeden z prvních lidí, kdo se zabýval problematikou stlačování, byl C. M. van Wyk. V roce 1946 vydal Van Wyk publikaci nazvanou *Note on compressibility of wool*. Základní myšlenka Van Wyka byla taková, že vlákna v textilií jsou rovných (přímkových) tvarů a že jsou válcovitého tvaru při stejném průměru a délky. Průběh deformací předpokládal stejný, jako by nastal u válcových tyčí. Nehledí na zkroucení, prodlužování vláken a třecí síly, které nastávají při stlačování. Při stlačování se vlákna vzájemně dotýkají, tento jev nazýváme kontakt. Při kontaktu vlákna na vlákno dochází k přenosu sil a energií. Kontakty jsou důležité při stlačování, díky nim má materiál svou pružnost a odolnost vůči mechanickému namáhání.[8]

Na studii C. M. van Wyka navazuje Bohuslav Neckář. Vychází z představy idealizovaných soustavy vláken, které jsou ohybově namáhány. Modifikuje ji a zobecňuje i pro oblasti středních a vysokých zaplnění. Zavádí pojem granule jako nestlačitelný prostor. [9]

V roce 2001 se stlačitelností také zabývali pánové Yaping Liu, Hong Hu, Lio Zhao a Hairu Long z Hongkongské univerzity. Zkoumali kompresní vlastnosti distančních pletenin v závislosti na tlumení vnějších rázů. Vzorky distančních textilií byly testovány na přístroji INSTRON 5566. Z výsledků bylo zjištěno, že kompresní vlastnosti 3D textilií závisí na sklonu přize a konstrukčních parametrech textilie. Textilie s nižším sklonem úhlu nitě, vyšší tloušťkou a s velkými velikostmi oček na vnější vrstvě mohou absorbovat nižší energii s vyšší účinností. Naproti tomu látky s vyšším sklonem úhlu nitě, menší tloušťkou a menší velikostmi oček na vnější vrstvě

mohou absorbovat vyšší energii s vyšší účinností. Proto, aby 3D pletenina měla požadované kompresní chování, je velmi důležitý výběr konstrukčních vlastností.[10]

2.4.1 Teorie stlačování

Stlačování je velice složitým procesem, při kterém nastává deformace materiálu. Díky složitosti struktury vlákenné vrstvy při tlakovém namáhání není objasněným jevem. Při dostatečně velkých tlacích je tento proces provázen změnou mechanismu deformace a vznikají další jevy, které nesouvisejí s pružností např. stlačení v bodech kontaktů nebo napnutí jednotlivých vláken, atd. [9]

Proces stlačování ovlivňují různé faktory:

- vlastnosti použitých vláken
- zaplnění útvaru vlákny
- délky volných úseků vláken mezi vaznými body
- orientace vláken v systému

V procesu stlačitelnosti je považováno za důležité uložení vláken ve vlákenném útvaru a jejich uchopení. Jsou aplikovány do výrobků, které jsou namáhány tlakem. A to buďto vertikálně nebo horizontálně.



Obr. 9. Uložení vláken ve vlákenném útvaru [11]

Vlákno, které je uloženo vertikálně klade vůči stlačování větší odpor než vlákno, které je uloženo horizontálně. Dále stlačitelnost závisí na mechanických vlastnostech vláken jako je např. pevnost, pružnost, tažnost, ohybnost, splývavost atd. Dále při stlačování mohou nastat dva případy chování deformovaných vláken: organizovaně deformovaná a neorganizovaně deformovaná vlákna.[11]



Obr. 10. Deformovaná vlákna [11]

2.4.2 Součinitel zaplnění

Součinitel zaplnění udává hustotu vláken vlákenných útvarů. Zaplnění je bezrozměrová veličina a lze ji definovat jako podíl objemu vláken ve vlákenném útvaru ku celkovému objemu vláknového útvaru. Dále lze určit prostorové nebo plošné vyjádření. [12]

Objemové vyjádření

$$\mu = \frac{V}{V_c} \quad (10)$$

kde μ – zaplnění

V – objem vláken [m^3]

V_c – celkový objem vlákenného útvaru [m^3]

Prostorové vyjádření

$$\mu = \frac{M_o}{\rho_v} \quad (11)$$

kde μ – zaplnění

M_o – objemová hmotnost textilie [kg/m^3]

ρ – měrná hmotnost vláken [kg/m^3]

Plošné vyjádření

$$\mu = \frac{S_v}{S_c} \quad (12)$$

kde μ – zaplnění

S_v – objem vláken [m^3]

S_c – celkový objem vlákenného útvaru [m^3]

Při stlačování vlákenných útvarů se nejvíce používá objemové vyjádření zaplnění – změna objemu vlivem tlaku.

2.4.3 Sommerův vztah pro stlačitelnost

Při stlačování plošné textilie dochází k namáhání stlačovaného materiálu a tudíž k jeho deformacím. Při snaze vyjádřit schopnost textilie při zatížení Sommer zavádí pojem stlačitelnost a vyjadřuje jí vztahem

$$S = \frac{h_1 - h_2}{\log p_2 - \log p_1} \quad [\text{m} / \log \text{Pa}] \quad (13)$$

kde h_1 – tloušťka [m]

h_2 – tloušťka [m]

p_1 – tlak [Pa]

p_2 – tlak [Pa]

Tato charakteristika je velice důležitá zejména pro zjišťování příčné deformace textilie např. při sezení, žehlení a různém vlhko-tepelném tvarování plošných textilií.[1][2] Stlačování velice úzce souvisí s měřením tloušťky plošných textilií, jinak by nebylo možné stlačitelnost spočítat. Tloušťka byla popsána v kapitole 2.1

2.4.4 Parametry textilie při stlačování

Při kompresi plošných textilií za pomoci určitého tlaku se vyhodnocují tyto parametry

- kompresní energie
- linearita křivky tlak – tloušťka
- kompresní elastické zotavení
- kompresní energie při zotavení
- tloušťka plošné textilie při tlaku 49 N/m²
- tloušťka plošné textilie při tlaku 4900 N/m² [13]

Kompresní energie

$$WC = \int_{T_m}^{T_o} P * dT \quad [N.m/m^2] \quad (14)$$

Kde P – tlak [N/m²]

T – tloušťka [m]

Linearita křivky tlak – tloušťka

$$LC = \frac{WC}{P_m * (T_o - T_m) / 2} \quad [-] \quad (15)$$

kde WC – kompresní energie na jednotku plochy [N.m/m²]

T_o – tloušťka plošné textilie při tlaku $P_o = 49 \text{ N/m}^2$

T_m – tloušťka plošné textilie při tlaku $P_m = 4900 \text{ N/m}^2$

Kompresní elastické zotavení (pružnost)

$$RC = \frac{WC'}{WC} * 10^2 \quad [\%] \quad (16)$$

kde WC' – kompresní energie při zotavení [N.m/m²]

WC – kompresní energie na jednotku plochy [N.m/m²]

Kompresní energie při zotavení

$$WC' = \int_{T_m}^{T_o} P' * dT \quad [N.m/m^2] \quad (17)$$

2.4.5 Základní typy zkoušek pro studium mechanických vlastností

Jak je již známo mechanické vlastnosti popisují schopnost textilií změnit svůj tvar, popřípadě i objem (deformovat se) v důsledku vnějších mechanických sil. Vnější síla vyvolává napětí σ , což vede ke vzniku deformace ϵ .

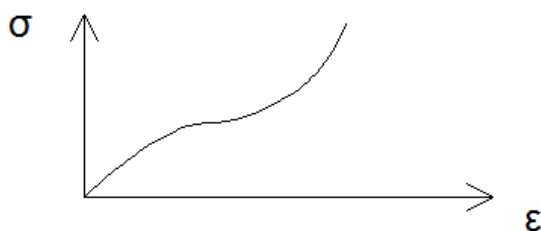
Odpor materiálu proti deformaci charakterizuje Youngův modul pružnosti, definovaný jako poměr napětí a vzniklé deformace. Při stálosti struktury materiálu a ostatních vnějších podmínek se ve zkouškách materiálu mohou měnit 3 veličiny

- napětí σ
- deformace ϵ
- rychlost t

Podle toho, které z těchto tří proměnných se ustálí během zkoušky na konstantní hodnotě se rozlišují 3 typy zkoušek.

Zkoušky s konstantní deformační rychlostí

Vzorek se prodlužuje konstantní rychlostí.[14]



Obr. 11. Pracovní křivka s konst. deformační rychlostí [14]

Zkoušky s konstantním napětím (creep zkoušky)

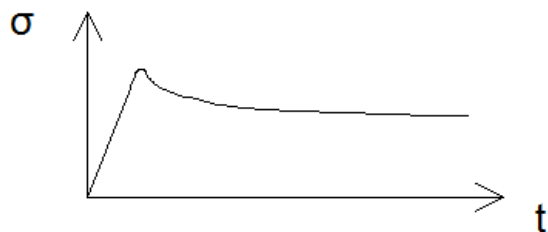
Vzorek je zatížen stálým napětím, sleduje se postupná deformace časem. [14]



Obr. 12. Pracovní křivka creep zkoušky [14]

Zkoušky s konstantní deformací (relaxace napětí)

Vzorek je deformován konstantní rychlostí na určitou hodnotu deformace. Po zastavení deformace je registrován pokles napětí s časem. [14]



Obr. 13. Pracovní křivka s konst. deformací [14]

2.4.6 Kompresní vlastnosti plošných textilií

Kompresní vlastnosti taktéž řadíme do mechanických vlastností. Mechanické vlastnosti byly již popsány výše a v kapitole 2.2. Opět se jedná o schopnost textilie změnit svůj tvar a popřípadě i objem při namáhání tlakem.

Do kompresních vlastností se obecně zařazují následující charakteristiky:

- stlačitelnost (popsána v předchozích kapitolách)
- kompresní odpor
- relaxace napětí
- creep
- trvalá deformace
- hystereze
- dynamická termomechanická analýza

2.4.6.1 Kompresní odpor

Kompresní odpor je reakce na deformaci vzorku. Reakce vyvolá tlak, který působí na plošnou textilií. Velikost reakce závisí na velikosti tlaku (zatížení). Při klesajícím napětí dochází ke klesání kompresního odporu. Kompresní odpor se měří při cyklické zátěži. Vzorek se stlačí několikrát na určitou hodnotu deformace a poté se vyjádří kompresní odpor ze síly potřebné k dosažení této deformace.[15]

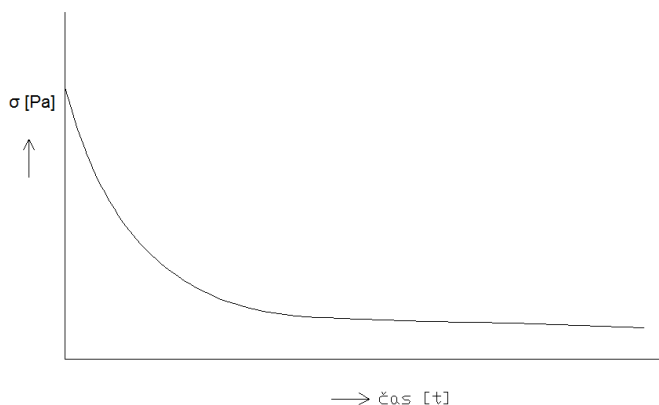
2.4.6.2 Relaxace napětí

Relaxace napětí vyjadřuje hodnotu poklesu napětí deformované textilie při konstantní deformaci po určitém čase. S narůstajícím časem dochází k menšímu napětí a tím pádem také k poklesu odporu vůči stlačení. Tento děj se vyjádří relaxačním modulem G , pomocí Hookova zákona. [16]

$$G = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ [N/m]} \quad (18)$$

kde σ – napětí [Pa]

ε – deformace materiálu [%]

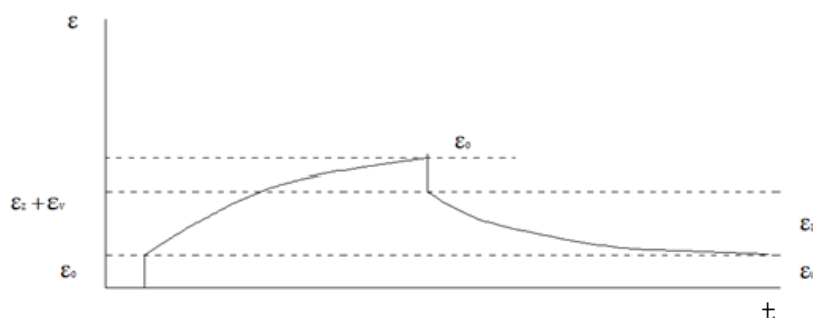


Obr. 14. Relaxační křivka [16]

Relaxační křivka znázorňuje pokles napětí a změnu deformace na obr. 14.

2.4.6.3 Creep

Creepem je nazývána změna deformace v závislosti na čase při konstantním zatížení. Při tom se sleduje, jak se postupem času mění tloušťka materiálu. [14]



Obr. 15. Průběh Creep zkoušky [14]

Deformace se může z grafu vyjádřit jako

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_z + \varepsilon_v \quad (19)$$

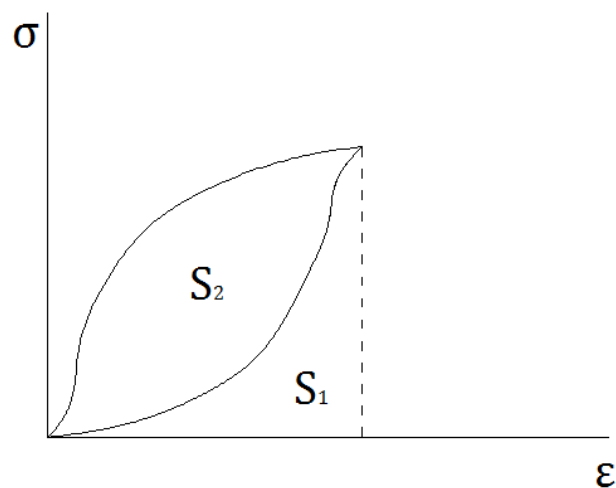
kde ε_0 – časově nezávislá elastická deformace [%]
 ε_z – časově závislá dokonale vratná deformace [%]
 ε_v – časově závislá nevratná deformace [%]

2.4.6.4 Trvalá deformace

Trvalá deformace je nevratná změna tvaru tělesa, popsána již v kapitole 2.2.2.1

2.4.6.5 Hystereze

Hystereze vyjadřuje takovou vlastnost materiálu, kdy po zatížení a následném odlehčení je materiál trvale zdeformován a nevrátí se do svého původního stavu, protože jeho vnitřní struktura je trvale přetvořena. Tato vlastnost je opět sledována při cyklickém namáhání (zatížení, odlehčení, relaxace). Hystereze též charakterizuje ztrátu energie, ke které dojde v zatěžovacím cyklu.



Obr. 16. Křivka hystereze [16]

Z grafu je vidět že hystereze je definovaná jako poměr plochy hysterezní křivky a plochy pod křivkou odlehčení zátěže. [15]

$$H = \frac{S_2}{S_1} * 10^2 \text{ [%]} \quad (20)$$

kde S_1 – plocha pod křivkou po odlehčení zatížení [m^2]
 S_2 – plocha hysterezní křivky [m^2]

2.4.6.6 Dynamická termomechanická analýza

Dynamická termomechanická analýza se zabývá chováním textilních materiálů při stlačování za různých teplot. Vyjadřuje závislosti velikosti stlačení na teplotě.

2.5 Metody hodnocení tloušťky a kompresních vlastností plošných textilií

Pojmy tloušťka a kompresní vlastnosti byli popsány v předchozích kapitolách a to v 2.1.1 a 2.4.6

2.5.1 Zjišťování tloušťky plošných textilií (ČSN 80 0844)

Pojmy a definice

Tloušťka plošné textilie v mm je vzdálenost mezi lícovou a rubovou stranou plošné textilie, která se nachází mezi dvěma rovnoběžnými destičkami pod stanoveným tlakem.

Podstata zkoušky

Podstata zkoušky spočívá ve změření vzdálenosti mezi dvěma rovnoběžnými destičkami dotýkajícími se vzorku plošné textilie během stanovené doby a pod určitým tlakem.

Naměřená vzdálenost mezi destičkami popisuje tloušťku plošné textilie. Hodnoty velikosti plochy přitlačné čelisti a tlaku, pokud není v normách na výrobky předepsáno jinak, jsou stanoveny takto:

Druh plošné textilie	Plocha přitlačné čelisti $S \text{ [mm}^2\text{]}$	Měrný tlak $p_m \text{ [kPa]}$
Tkaniny, pletenotkaniny	1000	5
Pleteniny, laminované textilie, vlasové a smyčkové tkaniny	2500	0,5
Podlahové textilie vlasové a smyčkové	1000	2,0
Podlahové textilie ostatní	1000	5,0

Tab. 1. Hodnoty velikosti plochy čelisti a tlaku

Přístroje

Pro zjišťování tloušťky se používá přístroj, který se skládá z těchto hlavních částí, a to:

- 1) Stojanu
- 2) Nosná destička – její rozměr musí být větší než rozměr měřicí destičky, kvůli nechtěnému prověšení vzorků
- 3) Měřicí destička – musí být kruhová a mít určitou velikost pro daný vzorek
- 4) Ústrojí pro měření vzdálenosti mezi nosnou a měřicí destičkou s přesností odečítání 0,01 mm v rozmezí do 10 mm a nejméně 0,1 mm v rozmezí nad 10 mm
- 5) Ústrojí pro posun destiček – zajišťují přesně rovnoběžný směr měřicí destičky k nosné a dále také dotyk měřicí destičky se vzorkem při daném tlaku, který je stejnoměrně rozložen po měřeném povrchu vzorku
- 6) Ústrojí pro zatěžování – zajišťuje v době měření určený tlak
- 7) Prstence pro vyrovnávání vzorků nepoddajných plošných textilií – o hmotnosti cca 1 kg, s vnitřním průměrem převyšujícím průměr měřicí destičky o 40mm. Je také možné používat místo kroužku objímky spojené s nosnou destičkou pomocí šroubového závitu.

Odběr a příprava vzorku

Pro určení tloušťky plošné textilie je možno používat jednotlivý vzorek nebo zkušební vzorek. Místa zkoušení na jednotlivém vzorku se musí rozložit stejnoměrně po celém jeho povrchu nebo stejnoměrně po úhlopříčce. Místa zkoušení je potřeba stanovit nejméně 10 cm od kraje textilie.

Pro úzké plošné textilie, které mají minimální šířku 25cm, se místa měření rozloží uprostřed, rovnoměrně po celé délce jednotlivého vzorku.

Vzorky plošných textilií se nechají odležet v normalizovaných klimatických podmínkách, při tom se na vzorky textilií nesmí působit tlakem nebo jiným zatížením.

Provedení zkoušky

Musí se provést nejméně 10 měření.

Plochu měření a potřebný tlak je třeba zvolit dle norem na jednotlivé druhy plošných textilií. Tyto hodnoty se přejímají z těchto řad.

Plocha měření – 50, 100, 200, 500, 1000, 2500, 5000 mm²

Tlak – 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100 kPa

Před zkoušením se nastaví na měřicím ústrojí nulová poloha. Vzorek se umístí na nosnou destičku ve vyrovnaném stavu bez skladů a různých záhybů. Zkoušený povrch plošné textilie musí být bez vad.

Před spouštěním měřicí destičky se v případě nutnosti umístí na vzorek vyrovnávací prstenec souose s měřicí destičkou nebo objímka tak, aby nedošlo k deformaci měřeného povrchu vzorku textilie.

Měřicí destička se pomalu uvádí do styku se vzorkem za účelem vytvoření námi potřebného tlaku. Po působení zatížení během 30 s se odečtou údaje tloušťky plošné textilie s danou přesností.

Zpracování výsledků

Tloušťka jednotlivého vzorku plošné textilie se vyčíslí jako aritmetický průměr jednotlivých měření tloušťky s přesností na 0,01 mm při tloušťce do 10 mm a s přesností na 0,1 mm při tloušťce na 10 mm.

Protokol o zkoušce

Protokol o zkoušce musí obsahovat následující údaje:

- název laboratoře, ve které se zkoušky prováděly
- údaje potřebné pro charakteristiku plošné textilie
- průměrnou tloušťku jednotlivého vzorku
- velikost měřicí destičky
- velikost tlaku
- datum provedení zkoušky [17]

V dnešní době je norma ČSN 80 0844 pro měření tloušťky plošných textilií zrušena. Nahradila jí norma ISO 5084 pro zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků.

2.5.2 Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků (ČSN EN ISO 5084 (80 0844))

Předmět normy

Tato norma stanoví metodu pro zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků při stanoveném přitlaku. Tato norma neplatí pro podlahové krytiny, netkané textilie, geotextilie a povrstvené textilie, pro které jsou vydány samostatné normy.

Definice

Tloušťka textilie je kolmá vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, přičemž na textilii působí tlak 1 kPa nebo nižší.

Podstata zkoušky

Měření tloušťky textilie jako vzdálenosti mezi základní deskou, na které je vzorek umístěn a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifikovaný přitlak na měřenou plochu textilie.

Zkušební vzorek se umístí mezi dvě definované desky, přičemž je zadán stanovený přitlak. Po stanovené době se změří a zaznamená vzdálenost mezi deskami.

Zkušební zařízení – tloušťkoměr

Tloušťkoměr musí být vybaven následujícími díly:

- 1) Vyměnitelný přitlačný kotouč – o ploše odpovídající zkoušenému druhu textilie. Doporučená plocha přitlačného kotouče je $2000 \pm 20 \text{ mm}^2$, což odpovídá přitlačnému kotouči o průměru $50,5 \pm 0,2 \text{ mm}$.
- 2) Základní deska – rovný horní povrch o minimálním průměru 50 mm větším než je průměr přitlačného kotouče.
- 3) Zařízení umožňující pohyb přitlačného kotouče (ve směru kolmém k hornímu povrchu základní desky) tak, aby jeho dosedací plocha zůstala v horizontální poloze a byla rovnoběžná s horním povrchem základní desky

a mohl tak být aplikován přítlak $1 \pm 0,01$ kPa a $0,1 \pm 0,001$ kPa na zkušební vzorek plošné textilie uložený na základní desce.

- 4) Měřidlo – umožňující registraci vzdálenosti mezi dosedací plochou přitlačného kotouče a základní deskou s přesností na 0,01 mm.

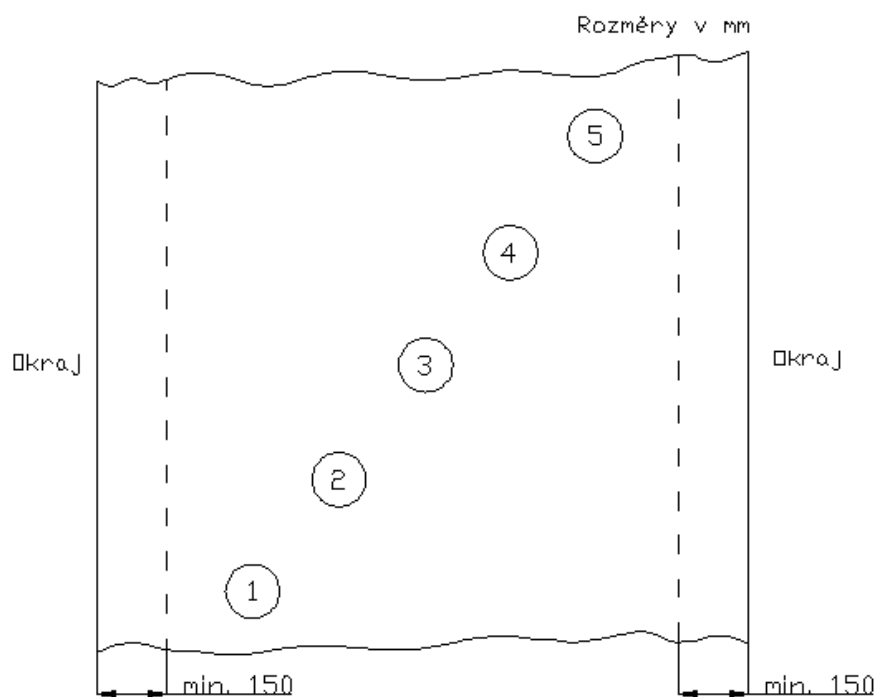
Ovzduší pro klimatizaci a zkoušení

Vzorky se klimatizují a zkoušejí v normálním ovzduší pro klimatizaci zkoušení textilií, specifikovaném v ISO 139.

Odběr vzorku, příprava a klimatizace zkušebních vzorků

U plošných textilií, které jsou náchylné k deformaci, např. určité úplety, se vystříhnou zkušební vzorky podle obr. 17. Pokud nemohou být textilie o velké šířce změřeny bez deformace, vystříhnou se z nich rovněž zkušební vzorky.

Vzorky nebo zkušební vzorky se klimatizují ve volném stavu až do dosažení rovnováhy s normálním ovzduším pro zkoušení.



Obr. 17. Umístění zkušebních ploch nebo zkušebních vzorků [18]

Pozn.: Doporučuje se vzorky klimatizovat ve volném stavu nejméně po dobu 16h.

Postup zkoušky

Přítlačný kotouč a základní deska se očistí. Je třeba zkontrolovat, zda lze přítlačným kotoučem volně pohybovat. Přítlačný kotouč se seřídí tak, aby působil stanoveným přitlakem na základní desku a měřidlo se nastaví na nulu. Doporučuje se použití přitlaku $1 \pm 0,01$ kPa.

Přítlačný kotouč se zvedne a zkušební vzorek se bez napětí a deformace umístí na základní desku tak, aby všechny části měřené plochy ležely ve vzdálenosti nejméně 150 mm od kraje textilie.

Přítlačný kotouč se pomalu spustí na vzorek a po 30 ± 5 s se odečte údaj měřidla a zaznamená se.

Podle uvedeného postupu se zjistí tloušťka nejméně na pěti různých místech vzorku nebo nejméně u pěti zkušebních vzorků.

Vyjádření výsledků

Ze zjištěných hodnot se vypočítá aritmetický průměr na 0,01mm a dále se vypočítá variační koeficient s přesností na nejbližší 0,1% a 95% konfidenční interval.

Protokol o zkoušce

V protokole o zkoušce musí být uvedeny minimálně tyto údaje:

- konstatování, že zkouška byla provedena podle normy a datum zkoušky
- identifikace textilie, případně šířka úzké textilie
- plocha použitého přítlačného kotouče
- použitý přitlak
- počet měření
- tloušťka textilie nebo textilního výrobku vyjádřena jako aritmetický průměr v mm, a pokud je to požadováno, variační koeficient v % a 95% konfidenční interval v mm
- všechny odchylky od stanoveného postupu, dohodnuté nebo jiné a jejich zdůvodnění [18]

2.5.3 Zjišťování tloušťky a kompresních vlastností pomocí přístroje KES – FB3

Přístroj KES – FB 3 patří mezi sadu měřicích přístrojů KAWABA IS EVALUATION SYSTEM, které hodnotí:

- mechanické vlastnosti (tah, ohyb, smyk, komprese)
- povrchové vlastnosti (tření, drsnost)
- konstrukční charakteristiky (tloušťka, plošná hmotnost)

Princip měření

Přístroj KES – FB 3 sleduje a vyhodnocuje reakce plošné textilie na působení tlakové síly. Měření se provádí ve směru kolmém k ploše textilie na třech automaticky nastavených místech testované plošné textilie. Vzorek plošné textilie je stlačován přítlačnou čelistí o ploše 2 cm^2 až do meze působícího tlaku 4900 Pa. Průběh měření a zpracování výsledků je řízen pomocí počítačového softwaru.

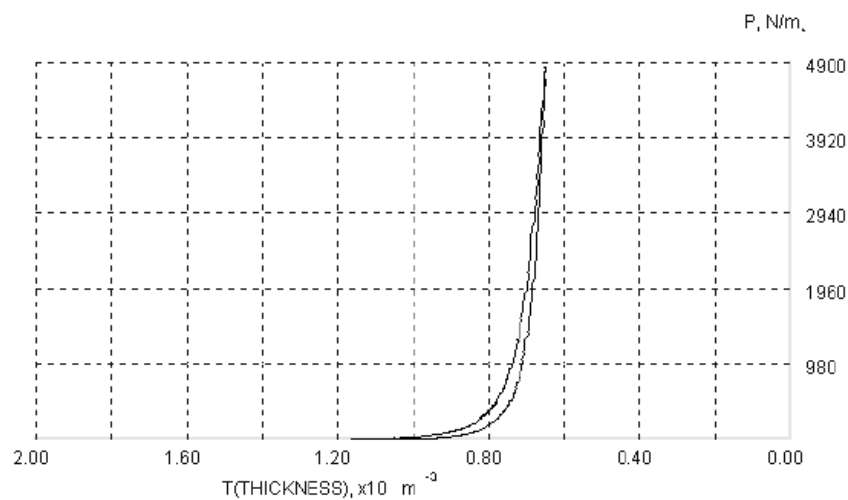
Průběh

1. fáze – identifikace prvního kontaktu s měřeným materiálem
2. fáze – stlačování vzorku do meze působícího tlaku $P_m = 4900 \text{ Pa}$

Podmínky měření

- jeden vzorek o rozměrech 20 x 20 cm bez pomačkání a záhybů s naznačením líce plošné textilie, automaticky měřena 3 místa na vzorku
- plocha přítlačné čelisti 2 cm^2
- maximální zatížení o tlaku 4900 Pa
- vzorek textilie musí být měřen ve směru kolmém k ploše textilie

Křivka namáhání v tlaku



Obr. 18. Křivka namáhání v tlaku [13]

kde P – tlak působící na plošnou textilií [Pa]

T – tloušťka plošné textilie [m]

Vyhodnocení

- WC – kompresní energie
 - RC – kompresní elastické zotavení
 - T_o – tloušťka plošné textilie při tlaku 49 Pa
 - T_m – tloušťka plošné textilie při tlaku 4900 Pa
 - LC – linearita křivky tlak – tloušťka
- [13][19]

Pozn.: Tyto parametry popsány v kapitole 2.4.4



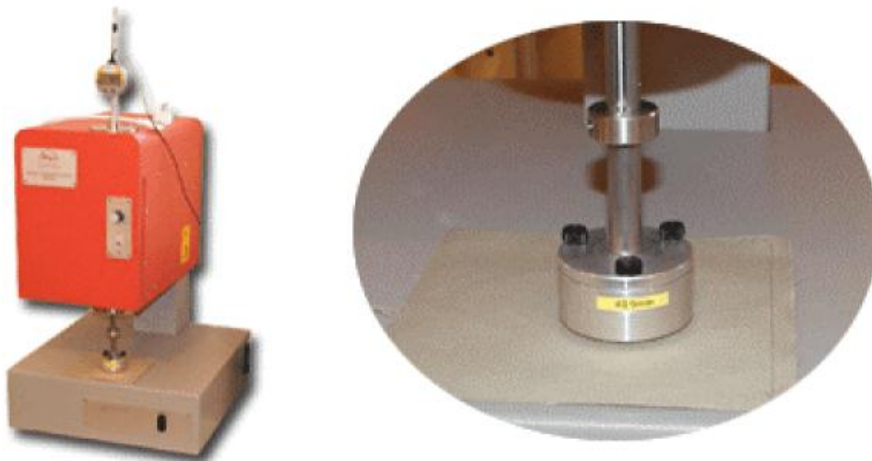
Obr. 19. KES - FB3 [19]

2.5.4 Přístroje pro hodnocení tloušťky

2.5.4.1 Tloušťkoměr SDL M 034 A

Přístroj ke zjišťování tloušťky plošných textilií podle ČSN EN ISO 5084. Velikost přitlačné síly je možno zvolit až 0,1 – 200 N s přitlačnou hlavicí 20 a 100 cm². Velikost přitlaku měří tenzometrický článek zabudovaný v základu měřicího stroje. Při dosažení tlaku, který byl, se ozve zvuková signalizace. Hodnoty se zobrazují na digitálním snímači. Tloušťku lze měřit od 0,01 – 50 mm. Ke zkoušce se nevyžaduje žádná určená velikost vzorku, musí být pouze větší než přitlačné patky a nesmí vykazovat poškození. Přístroj je možno propojit s počítačem. Výsledky měření je možné uložit nebo vytisknout. Umožňuje hodnotit:

- průměrnou tloušťku plošné textilie
- směrodatnou odchylku
- variační koeficient
- průměrnou hodnotu výsledného tlaku působícího na textilií [20]



Obr. 20. Tloušťkoměr SDL M 034 A [20]

2.5.4.2 Tloušťkoměr Rainbow

Tento přístroj měří tloušťku spousty plošných materiálů:

- geotextilie
- netkané textilie
- papír
- folie
- koberce
- potahové textilie, atd

Může měřit tloušťku od 0,1 – 10 mm. Velikost přitlačného kotouče je 2000 mm² při tlaku 1 kPa. Mohou být využity normy: ISO 534, 3034, EN 20534, SCAN P7, P31, DIN 53105, 53353 [21]



Obr. 21. Tloušťkoměr Rainbow

2.5.4.3 Tloušťkoměr Rainbow Special

Konstrukce tohoto přístroje umožňuje dvojí měřicí použití:

- K určení tloušťky plošných textilií podle DIN 53855 a ISO 1765
- K určení reakce plošné textilie po stlačení DIN 54316

Splňuje všechny normy. Tloušťkoměr je propojený s počítačem pro lepší zpracování dat. Měří v rozsahu 0,1 – 25 mm. Přitlačné tlaky jsou rozdílné podle druhu měření.[22]



Obr. 22. Rainbow Special [22]

2.5.4.4 *Tloušťkoměr FF – 27*

FF – 27 je tloušťkoměr s širokým využitím, může měřit textílii, kůži, umělé hmoty atd. Přístroj vyvíjí tlak na vzorek v rozsahu 0,1 – 1000 kPa. Přítlačný kotouč má plochu 10 cm² a pohybuje se rychlostí 1 mm/s v kolmém směru na vzorek zkoušeného materiálu. Dle druhu materiálu lze změnit přítlačný kotouč. Změřená hodnota se na displeji přístroje zobrazí po 30 sekundách. [3]



Obr. 23. FF - 27[22]

2.5.4.5 Klimatické podmínky měření

Klimatické podmínky pro měření jsou dány normou ČSN EN 200139 a jsou definovány:

- teplota vzduchu 20 ± 2 °C
- vlhkost vzduch $65 \pm 2\%$

Teplota

Měří se teploměry, které mají rozsah 0 – 30 °C a přesnost měření na 1 °C

Vlhkost

Měří se vlhkoměry, jinak též zvanými psychrometry nebo hygrometry. Nejpresnějším psychrometrem je Asmannův psychrometr.

3 Experimentální část

Cílem této bakalářské práce bylo hodnocení kompresních vlastností pro vybrané představitele sortimentu plošných textilií, následné vyhodnocení zjištěných výsledků a porovnání testovaných materiálů.

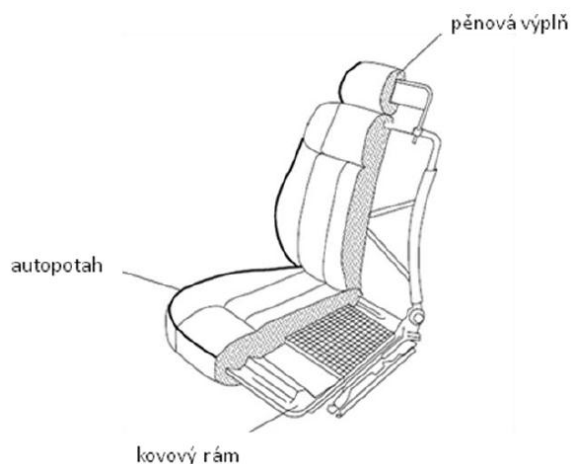
Pro hodnocení kompresních vlastností bylo použito různých vzorků autopotahů od českých a jednoho slovenského výrobce. Dále tyto vzorky byly předloženy vybraným respondentům, aby za pomoci subjektivní metody ohodnotili jejich tloušťku, pružnost a stlačitelnost do dotazníku.

Kompresní vlastnosti autopotahů byly zjišťovány pomocí přístrojů KES – FB 3 a tloušťkoměru SDL M 034 A z Katedry oděvnictví na Technické univerzitě v Liberci. Zjištěné hodnoty byly z KES – FB 3 zpracovány za pomoci softwarového programu KES – CALC.

3.1 Autopotahy

Jedním z nejdůležitějších prvků v interiéru automobilů jsou sedadla, která by určitě měla být pohodlná pro uživatele. Většina starších nebo i nových automobilů má tkané nebo pletené autopotahy. Jedná se o drahé technologie – dané přípravou materiálu ke tkaní nebo pletení. Jejich výroba je jedna z nejnákladnějších ze všech textilií použitých v interiéru automobilu. [23]

Sedadla se potahují z oddělených dílců, které se spojují šitím. Jejich konečné ukotvení na kovovou kostru sedadla se zajišťuje pomocí kovových kotvicích háčků na spodní a zadní straně sedačky. Tento proces je velice časově náročný a vyžaduje kvalifikované dělníky. [24]



Obr. 24. Části autosedačky

Automobilové potahy se většinou skládají ze tří vrstev:

- 1. vrstva – tkanina, pletenina, přírodní a syntetická useň, polyvinylchlorid
- 2. vrstva – polyuretanová pěna
- 3. vrstva – podšívka

Všechny tyto 3 vrstvy se laminují působením vysoké teploty a tlaku. [24]

3.1.1 Druhy autopotahů podle materiálu

Autopotahy v automobilech se liší podle druhu využití automobilu nebo také podle určité výjimečnosti automobilu. Pro pracovní automobily nebo například na zadních sedadlech policejních automobilů, je použito materiálu z polyvinylchloridu, z důvodu snadné omyvatelnosti a údržby. Běžný automobil má tkané, pletené autopotahy různého materiálového složení a různých druhů vazeb. Za příplatek lze do spousty automobilů dokoupit autopotahy z přírodních nebo syntetických usní. V dražších luxusnějších vozech jsou tyto potahy z usní běžnou součástí výbavy. [24]

3.1.1.1 Autopotahy z tkanin

U automobilů nižší až střední třídy se vyskytují autopotahy tkané, a to hlavně z důvodu jejich dobrých uživatelských vlastností a nižších nákladů. Z tkanin jsou vyrobeny hlavní dílce sedáku, opěradla a hlavové opěrky. Bočky jsou buď vyrobeny také z tkanin, nebo v některých případech z polyvinylchloridu. Autopotahy jsou vyrobeny v keprové, atlasové, ale i v plátňové vazbě z přírodních nebo syntetických přízí. [24]

3.1.1.2 Autopotahy z pletenin

V dnešní době se autopotahy sedaček pletou moderní technologií 3D pletením. Cílem této technologie je plést autopotahy s minimálním odpadem a s vysokou přesností. Původní zátažné pletací stroje byly těžké na ovládání žakáru (výběr jehly), ale to se s novou technologií změnilo, protože je vše řízeno počítačem. Tím je ulehčen výběr pletací jehly a možnost neomezených barevných kombinací a vzorů. [25]

Výroba distanční (3D) pleteniny

Distanční pleteniny vznikají provazováním dvou osnovních pletenin další soustavou vazných nití, která tyto dvě pleteniny spojuje. Vyrábí se v různých plošných hmotnostech a tloušťce této pleteniny.[24]

Tyto pleteniny se nepoužívají pouze jen v automobilovém průmyslu na výrobu autopotahů, ale podle tloušťky se využívají i v obuvnickém průmyslu, nábytkářském průmyslu a ve zdravotnictví (ortézy, zdravotnické podložky).[25]

3.1.1.3 Autopotahy z usní

Jak již bylo popsáno výše, autopotahy z usní se spíše vyskytují u luxusnějších značek automobilů, ovšem můžeme se s nimi setkat i v ostatních automobilech. Nazývají se autočalounické usně. Useň musí svými vlastnostmi vyhovovat zpracovateli a hlavně zákazníkovi. Useň se často z lící strany lakuje polyuretanovou pryskyřicí kvůli tomu, aby se zlepšila její pevnost v oděru. Takto potažená sedadla jsou velice drahá, proto se kožená sedadla velice často kombinují se syntetickou usní a s textilními materiály. [25]

3.2 Charakteristika vzorků autopotahů

K experimentu bylo vybráno 14 vzorků autopotahů ze syntetických vláken různého složení, z tkanin a pletenin, které nabízejí čeští a jeden slovenský výrobce autopotahů. Jsou tedy běžně k dostání. Hodnoty z měření plošné hmotnosti jsou k nahlédnutí v příloze č. 1.

Vzorek	1. Vrstva	Vazba	2. Vrstva	3. Vrstva	Plošná hmotnost [g/m ²]
1.	tkanina	kepr	počesaná pletenina	tenká fólie	492,7
2.	tkanina	kepr	PU pěna	zátažná pletenina	383,7
3.	pletenina	osnovní pl.	netkaná textilie	tenká folie	313,3
4.	pletenina	3D filetová pletenina	-	-	304,7
5.	pletenina	3D filetová pletenina	-	-	330
6.	zátažná pletenina	plet. s vlas. povrchem	PU pěna	zátažná pletenina	319,3
7.	tkanina	vzorovaný kepr	PU pěna	chytová pletenina	475,3
8.	tkanina	kepr	PU pěna	netkaná textilie	560,7
9.	pletenina	3D filetová pletenina	PU pěna	zátažná pletenina	536,3
10.	tkanina	kepr	PU pěna	zátažná pletenina	383
11.	tkanina	keprový vzor	PU pěna	zátažná pletenina	495
12.	pletenina	dutinná	PU pěna	osnovní pletenina	495,7
13.	tkanina	keprový vzor	PU pěna	zátažná pletenina	483,7
14.	pletenina	obouliční - žakárová	PU pěna	zátažná pletenina	556,3

Tab. 2. Charakteristika vzorků autopotahů

Pozn.: Plošná hmotnost uvedená v tabulce se týká všech 3 vrstev dohromady.

Dostava tkaninových autopotahů

Dostava osnovy a útku na 10 cm

Vzorky		1	2	7	8	10	11	13
Dostava	osnova	200	270	290	250	240	290	250
	útek	160	190	200	170	160	180	180

Tab. 3. Dostava osnovy a útku tkaných autopotahů na 10 cm

Hustota pletených autopotahů

Počet sloupků a řádků na 10 cm

Vzorky		3	6	12	14
Hustota	sloupky	100	150	120	140
	řádky	90	100	130	120

Tab. 4. Počet řádků a sloupků u pletených autopotahů na 10 cm

Hustota 3D pletených autopotahů

Počet sloupků a řádků na 10 cm

Vzorky		4	5	9
Hustota	sloupky	190	220	120
	řádky	230	170	110

Tab. 5. Počet řádků a sloupků u 3D pletených autopotahů na 10 cm

3.3 Vyhodnocení měření kompresních vlastností autopotahů

Při vyhodnocování měření kompresních vlastností byly použity tyto vztahy:

Průměrná hodnota

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} * 100 [\%]$$

3.4 Korelace

Korelace je statistická závislost dvou, nebo více proměnných. Podává informaci o statistické závislosti jevů, určuje velikost závislosti.

Míra korelace je vyjadřována indexem korelace **r**. Index korelace může nabývat hodnot od -1 až po +1, udávající, jak přesně odpovídají hodnoty, vyjádřené regresní funkcí - spojnicí trendu, skutečným datům. Pokud je index korelace roven 0, tak mezi hodnotami není žádná statisticky zjištělná závislost.

$r = 0,0 - 0,3$ jedná se o slabou závislost

$r = 0,3 - 0,7$ jedná se o průměrnou závislost

$r = 0,7 - 0,9$ jedná se o silnou závislost

$r = 0,9 - 1,0$ jedná se o velmi silnou závislost

3.5 Porovnávání kompresních vlastností autopotahů

Kompresní vlastnosti, mezi něž patří kompresní energie, linearita křivky tlak – tloušťka, kompresní elastické zotavení (pružnost), tloušťky plošné textilie při tlacích 49 Pa a 4900 Pa, jsou měřeny na přístroji KES – FB 3. Vzorek bez poškození (pomačkání, záhybů, ...) je stlačován kolmo přitlačnou čelistí o průměru 2 cm² na plošnou textilií o maximálním zatížení 4900 Pa a při rychlosti 50 s/mm. Každá kompresní vlastnost na 14 vzorcích autopotahů byla měřena třikrát, z těchto třech měření byla vypočítána průměrná hodnota. Hodnoty všech tří měření jsou uvedeny v přílohové části. Více o přístroji KES – FB 3 a jeho hodnocení kompresních vlastností v kap. 2.5.3.

Autopotahy byly rozděleny do tří skupin podle typu autopotahu na tkaniny, pleteniny a 3D pleteniny.

Tkaniny

Vzorek	1. Vrstva	Vazba	2. Vrstva	3. Vrstva	Plošná hmotnost [g/m ²]
1.	tkanina	kepr	počesaná pletenina	tenká fólie	492,7
2.	tkanina	kepr	PU pěna	zátažná pletenina	383,7
7.	tkanina	vzorovaný kepr	PU pěna	chytová pletenina	475,3
8.	tkanina	kepr	PU pěna	netkaná textilie	560,7
10.	tkanina	kepr	PU pěna	zátažná pletenina	383
11.	tkanina	keprový vzor	PU pěna	zátažná pletenina	495
13.	tkanina	keprový vzor	PU pěna	zátažná pletenina	483,7

Tab. 6. Tkaniny

Pleteniny

Vzorek	1. Vrstva	Vazba	2. Vrstva	3. Vrstva	Plošná hmotnost [g/m²]
3.	pletenina	osnovní pl.	netkaná textilie	tenká folie	313,3
6.	pletenina	plet. s vlas. povrchem	PU pěna	zátažná pletenina	319,3
12.	pletenina	dutinná	PU pěna	osnovní pletenina	495,7
14.	pletenina	obouliční - žakárová	PU pěna	zátažná pletenina	556,3

Tab. 7. Pleteniny

3D Pleteniny

Vzorek	1. Vrstva	Vazba	2. Vrstva	3. Vrstva	Plošná hmotnost [g/m²]
4.	pletenina	3D filetová pletenina	-	-	304,7
5.	pletenina	3D filetová pletenina	-	-	330
9.	pletenina	3D filetová pletenina	PU pěna	zátažná pletenina	536,3

Tab. 8. 3D pleteniny

3.5.1 Naměřené tloušťky autopotahů

Tloušťka plošných textilií je popsána v kapitole 2.1. Tloušťka při tlaku 200 Pa, který jsem si zvolil kvůli následnému výpočtu stlačitelnosti a 1000 Pa byla měřena na přístroji SDL M 034 A s přitlačnou čelistí o 20 cm² dle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0844), která již byla popsána v teoretické části v kap. 2.5.2. Dále tloušťky při 49 Pa a 4900 Pa byly naměřeny na přístroji KES – FB 3 s přitlačnou čelistí o 2 cm², princip popsán v kap. 2.5.3 v teoretické části bakalářské práce. Každý vzorek autopotahu byl měřen 3 x. Více v příloze č. 2.

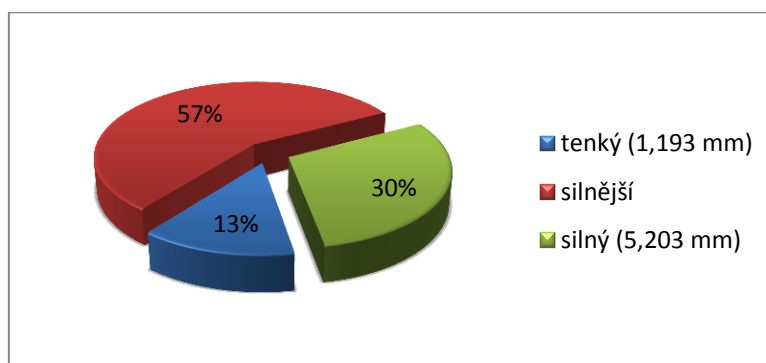
SDL M 034 A						
Vzorky	200 Pa			1000 Pa		
	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]
1	1,483	0,021	1,403	1,403	0,025	1,793
2	3,367	0,006	0,171	3,150	0,026	0,840
3	1,343	0,031	2,274	1,193	0,021	1,744
4	2,697	0,006	0,214	2,550	0,017	0,679
5	3,080	0,010	0,325	2,933	0,015	0,521
6	3,723	0,061	1,641	3,513	0,049	1,404
7	3,850	0,075	1,961	3,707	0,057	1,534
8	3,780	0,053	1,400	3,597	0,025	0,700
9	4,660	0,000	0,000	4,457	0,023	0,518
10	2,323	0,021	0,896	2,143	0,021	0,971
11	3,430	0,036	1,051	3,193	0,032	1,007
12	4,097	0,032	0,785	3,933	0,032	0,817
13	3,357	0,006	0,172	3,183	0,015	0,480
14	5,360	0,010	0,187	5,203	0,006	0,111

Tabulka 9. Naměřené hodnoty tloušťky na přístroji SDL M 034 A

KES – FB 3						
Vzorky	49 Pa			4900 Pa		
	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]
1	0,794	0,011	1,359	0,724	0,004	0,558
2	3,607	0,144	3,983	3,073	0,032	1,046
3	0,731	0,018	2,511	0,600	0,012	1,989
4	2,767	0,006	0,209	2,520	0,000	0,000
5	3,187	0,015	0,479	2,907	0,032	1,106
6	3,817	0,021	0,545	3,397	0,021	0,613
7	3,960	0,070	1,768	3,627	0,040	1,114
8	3,883	0,032	0,828	3,593	0,012	0,321
9	4,780	0,040	0,837	4,230	0,000	0,000
10	2,803	0,217	7,753	2,120	0,000	0,000
11	3,500	0,139	3,969	2,917	0,072	2,480
12	4,160	0,050	1,202	3,777	0,012	0,306
13	3,720	0,082	2,200	3,107	0,015	0,476
14	5,637	0,195	3,460	5,167	0,023	0,447

Tab. 10. Naměřené hodnoty tloušťky na přístroji KES - FB 3

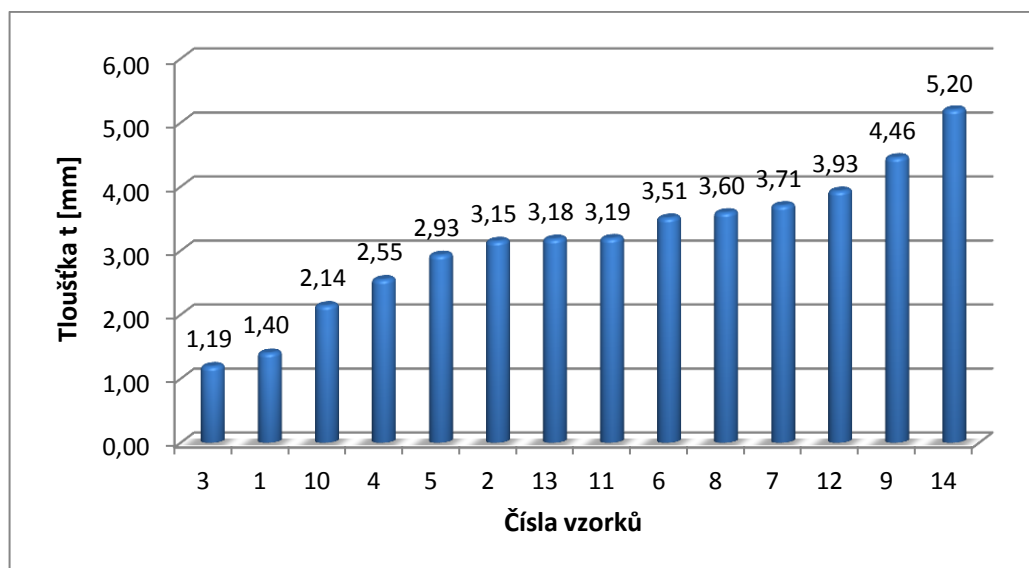
V experimentální části byly zjišťovány názory respondentů na tloušťku autopotahu. Výsledky byly následující, 57% dotazovaných by volilo silnější autopotah, 30 % silný a 13% tenký autopotah. Respondenti byli před hodnocením seznámeni s nejtenčím a nejsilnějším vzorkem.



Obr 24. Jakou preferujete tloušťku autopotahu?

Tloušťka autopotahu při tlaku 1000 Pa

Jak již bylo řečeno, tloušťka při tlaku 100 Pa byla měřena dle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0844). Tloušťka autopotahu se mění v závislosti na jeho složení vrstev.

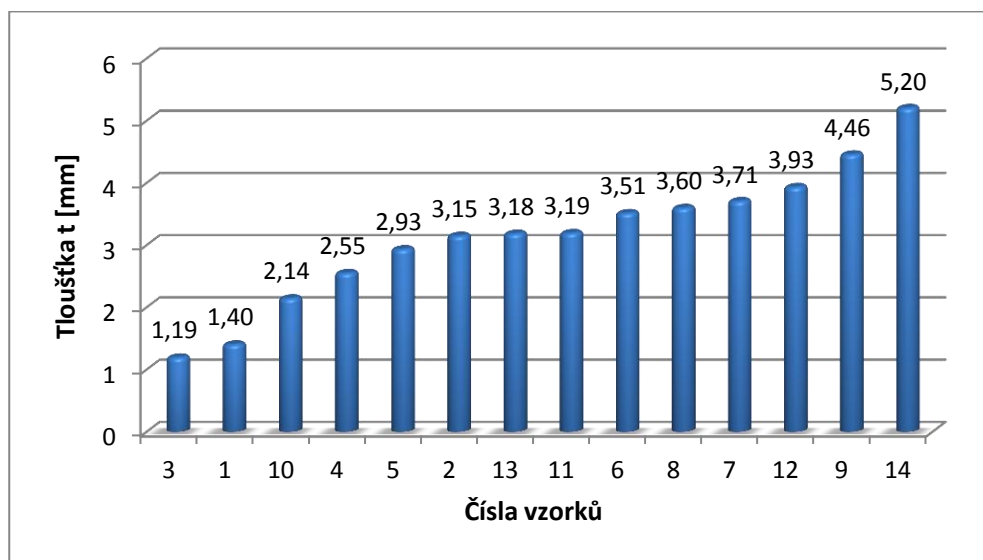


Obr. 25. Graf tloušťky všech autopotahů měřených SDL M 034 A

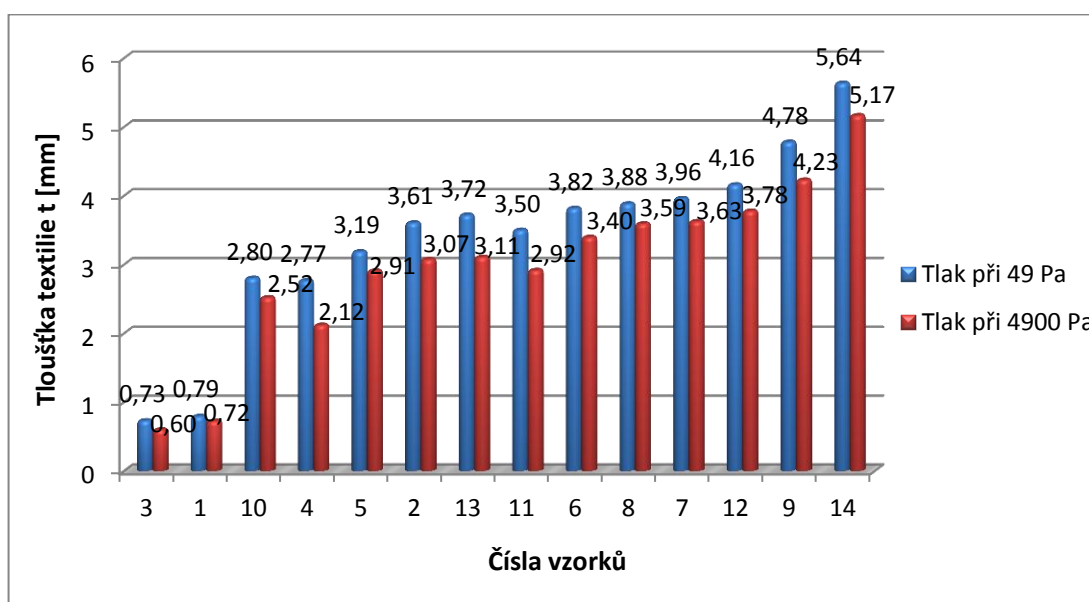
Na obrázku grafu je možné zpozorovat, že u každého typu autopotahu je tloušťka odlišná. Nezáleží tedy na jen na tom, jestli se jedná o tkaninový, pletený, nebo 3D autopotah. Tloušťka se mění v závislosti na složení vrstev vzorku autopotahu. Vzorek č. 3, jenž se jeho vrstvy skládají z osnovní pleteniny, netkané textilie a tenké fólie a vzorek č. 1, je složen keprové tkaniny, počesané pletenině a také z tenké folie jako vzorek č. 3 jsou nejtenčími vzorky z hodnocených autopotahů. To je zapříčiněno absencí PU pěny jako druhé vrstvy autopotahu. O 272,97 % jsou větší autopotahy s č. 9 a 14. Vzorek č. 14 je složen z obouliční pleteniny, PU pěny, podšívkové zátěžné pleteniny a vzorek č. 9 z distanční pleteniny s filetovou vazbou, PU pěnou a podšívkovou zátěžnou pleteninou. Vzorky č. 4 a 5, které se skládají pouze z distanční pleteniny, jsou dle respondentů už silnější autopotahy. Dále tloušťky autopotahů závisí na tloušťce jejich druhé vrstvy, kterou je z pravidla PU pěna. Podle respondentů by 13% volilo autopotahy s tenkou tloušťkou, což jsou vzorky č. 3, 1, 10. Silnou tloušťku volilo 30 %, což dle nich jsou vzorky č. 14, 9 a 12. Zbýlých 57% by dle tloušťky volilo silnější autopotahy a dále by hodnotili podle vzhledu a komfortních vlastností.

Porovnání tloušťky na SDL M 034 A a KES – FB 3

Při porovnání tloušťky na tloušťkoměru SDL M 034A při tlaku dle již zmíněné normy a přístroje KES při počátečním tlaku 49 Pa a konečném tlaku 4900 Pa byly nesrovnalosti u vzorků č. 4 a č. 11. To může být zapříčiněno rozdílným stlačovacím přitlakem a rozdílnou stlačovanou čelistí v závislosti na materiálu vrstev.



Obr. 26. Graf tloušťky všech autopotahů měřených SDL M 034 A



Obr. 27. Graf tloušťky všech autopotahů měřených KES - FB 3

3.5.2 Stlačitelnost

Stlačitelnost patří ke kompresním vlastnostem plošných textilií. Více ke stlačitelnosti v kap. 2.4.

K zjišťování stlačitelnosti bylo užito tloušťkoměru SDL M 034 A, přístroje KES – FB 3 z laboratoře KOD a Sommerova vztahu stlačitelnosti. První průměrná tloušťka h_1 byla měřena při tlaku 200 Pa a druhá průměrná tloušťka byla zjištěna při tlaku 1000 Pa na tloušťkoměru. Následně bylo využito hodnot z KES – FB 3, který změřil tloušťku při 49 Pa a 4900 Pa.

Sommerův vztah:

$$S = \frac{h_1 - h_2}{\log p_2 - \log p_1} \quad [m / \log Pa] \quad (21)$$

Kde p_1 – tlak [Pa]

p_2 – tlak [Pa]

h_1 – tloušťka při tlaku p_1 [m]

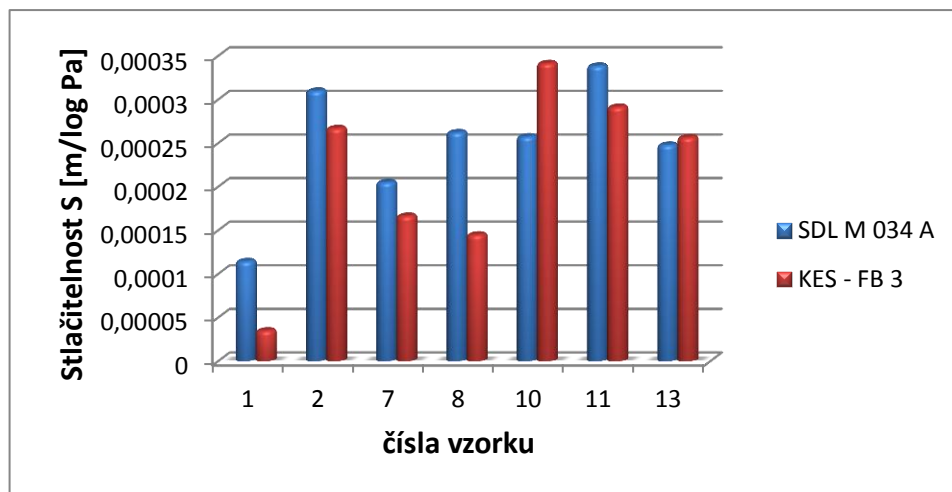
h_2 – tloušťka při tlaku p_2 [m]

Stlačitelnost při rozdílu tlaku 800 Pa a při rozdílu 4851 Pa

Tkaniny

	SDL M 034 A			KES – FB 3		
Vzorek	h_1 při 200 Pa [mm]	h_2 při 1000 Pa[mm]	S [m/log Pa]	h_1 při 49 Pa[mm]	h_2 při 4900 Pa[mm]	S [m/log Pa]
1	1,483	1,403	$1,14 \times 10^{-4}$	0,794	0,724	$3,5 \times 10^{-5}$
2	3,367	3,150	$3,1 \times 10^{-4}$	3,607	3,073	$2,67 \times 10^{-4}$
7	3,850	3,707	$2,05 \times 10^{-4}$	3,96	3,627	$1,67 \times 10^{-4}$
8	3,780	3,597	$2,62 \times 10^{-4}$	3,883	3,593	$1,45 \times 10^{-4}$
10	2,323	2,143	$2,58 \times 10^{-4}$	2,803	2,12	$3,42 \times 10^{-4}$
11	3,430	3,193	$3,39 \times 10^{-4}$	3,5	2,917	$2,92 \times 10^{-4}$
13	3,357	3,183	$2,48 \times 10^{-4}$	3,72	3,207	$2,57 \times 10^{-4}$

Tab. 11. Stlačitelnost tkaninových autopotahů na přístrojích SDL M 034 A a KES - FB 3



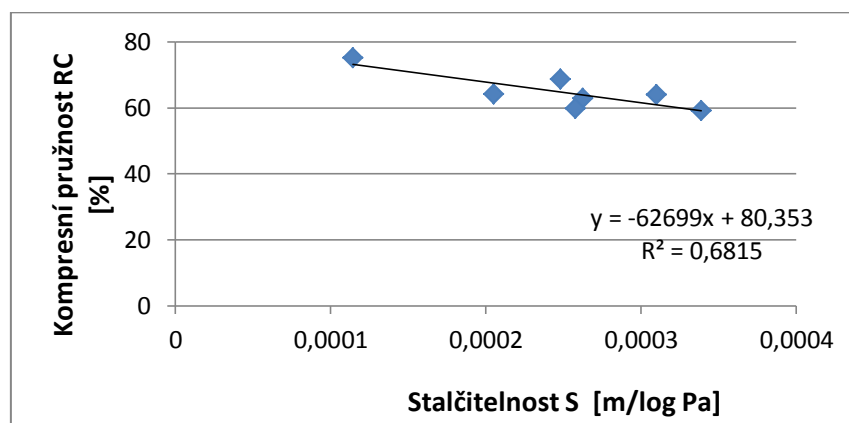
Obr. 28. Graf stlačitelnosti tkaninových autopotahů na přístrojích SDL M 034 A a KES - FB 3

Stlačitelnost za pomoci tloušťkoměru SDL M 034 A při rozdílu tlaku 800 Pa

Stlačitelnost byla vypočítána z tlaků 200 Pa a 1000 Pa na tloušťkoměru SDL M 034 A, při kterých byly naměřeny různé tloušťky autopotahu, z těchto hodnot poté spočítána stlačitelnost. Jako referenční vzorek jsem si vybral autopotah č. 10, u kterého byla naměřena stlačitelnost $2,48 \times 10^{-4}$ m/log Pa při rozdílu tlaku 800 Pa. Tento tkaninový vzorek se skládá z keprové vazby, PU pěny a pleteninové podšívky. Vzorek č. 13 měl o 3,88 % menší stlačitelnost, který má stejné složení vrstev jako vzorek č. 10. Vzorek č. 1 měl stlačitelnost o 55,81 % menší než vzorek č. 10, jeho vrstvy jsou složeny z keprové tkaniny, počesané pleteniny a tenké fólie. Zároveň se jedná o nejméně stlačitelný autopotah. Naopak vzorek č. 8 je o 1,55 % stlačitelnější než vzorek č. 10, od tohoto vzorku se liší pouze třetí vrstvou autopotahu, která je z netkané textilie. Dále vzorek č. 2 je o 20,16 % více stlačitelný oproti vzorku č. 10 a má stejné složení vrstev. Vzorek č. 11 je o 31,4 % více stlačitelný a jedná se nejvíce stlačitelný vzorek při rozdílu tlaku 800 Pa, jeho vrstvy jsou složeny z tkaniny s keprovým vzorem, PU pěnou a podšívkovou zátažnou pleteninou.

Při hledání závislostí na stlačitelnosti tkaninových autopotahu při rozdílu tlaku 800 Pa na tloušťkoměru SDL M 034 A, vyšla největší závislost na kompresním elastickém zotavení materiálu autopotahu. Index korelace vyšel 0,83, jedná se tedy o silnou závislost. Tato závislost dokazuje, že pokud má materiál menší kompresní pružnost, tak má větší stlačitelnost. Dále záleží na složení vrstev materiálu a na velikosti přítlaku. Výpočty stlačitelnosti zjistily, že při rozdílu tlaku 800 Pa je nejvíce stlačitelný

autopotah, který se skládá z tkaniny s keprovým vzorem, PU pěnou a podšívkovou zátěžnou pleteninou a naopak nejméně stlačitelný autopotah je složen z keprové tkaniny, počesané pleteniny a tenké folie.



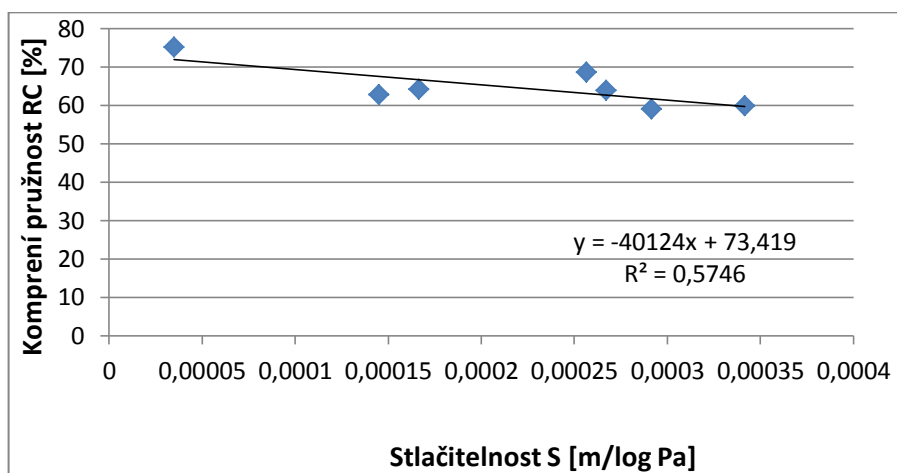
Obr. 29. Graf závislosti stlačitelnosti na kompresní pružnosti tkaninových autopotahů

Stlačitelnost za pomoci KES – FB 3 při rozdílu tlaku 4851 Pa

Stlačitelnost byla vypočítána z tlaků 48 Pa a 4900 Pa na přístroji KES – FB 3, při kterých byly naměřeny různé tloušťky autopotahu, z těchto hodnot poté spočítána stlačitelnost. Ze sedmi tkaninových autopotahů byl opět vybrán jako referenční vzorek č. 13. Tento vzorek, který se skládá z keprové tkaniny, PU pěny a podšívkové pleteniny vykazoval stlačitelnost $2,57 \times 10^{-4}$ m/log Pa při rozdílu tlaku 4851 Pa. Vzorek č. 7, který je stejného složení měl 35,02 % menší stlačitelnost než vzorek č. 13. Vzorek č. 8, lišící se od předchozích dvou pouze třetí vrstvou, kterou je netkaná textilie má o 43,58 % menší stlačitelnost. Vzorek, který se nejvíce odlišuje od ostatních, je vzorek č. 1. Tento vzorek, který je tvořen keprovou tkaninou, počesanou pleteninou a tenkou folií má o 86,38 % menší stlačitelnost než vzorek č. 10. Naopak první vzorek, který má o 3,89 % větší stlačitelnost je vzorek č. 2. Vzorek č. 11 má o 13,62 % větší stlačitelnost a vzorek č. 10 o 33,07%. Tyto autopotahy, které mají větší stlačitelnost, než vzorek č. 13 jsou stejného složení.

Při hledání vlivů parametrů tkaninových autopotahu na stlačitelnost při rozdílu tlaku 4851 Pa vyšla nejvyšší závislost opět na kompresním elastickém zotavení a to s indexem korelace 0,76 a jedná se opět o silnou závislost. Stejně jako v případě při rozdílu tlaku 800 Pa na tloušťkoměru závislost dokazuje, že čím větší kompresní zotavení tím větší stlačitelnost. A dále stejně jako při rozdílu tlaku 800 Pa vyšel

nejstlačitelnější autopotah s materiálovým složením z keprové tkaniny, PU pěny a pleteninové podšívky. Naopak opět nejméně stlačitelný vzorek tvořen keprovou tkaninou, počesanou pleteninou a tenkou folií.

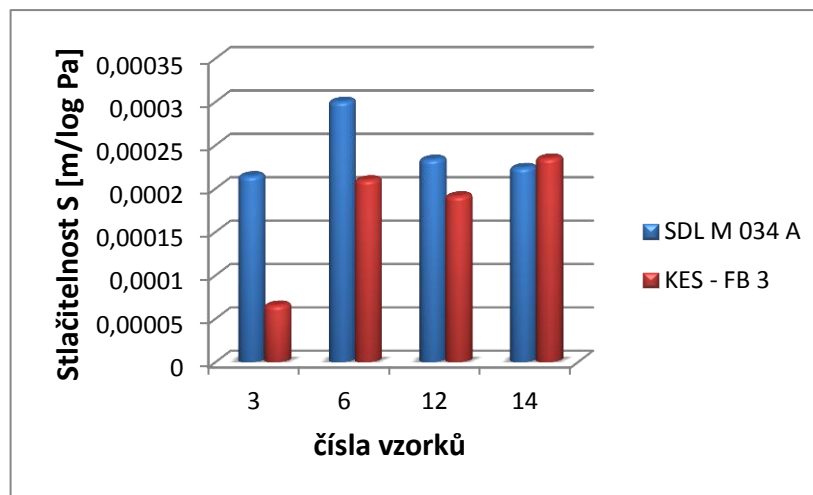


Obr. 30. Graf závislosti stlačitelnosti na kompenční pružnosti tkaninových autopotahů

Pleteniny

	SDL M 034 A			KES – FB 3		
Vzorek	h ₁ při 200 Pa [mm]	h ₂ při 1000 Pa[mm]	S [m/log Pa]	h ₁ při 49 Pa[mm]	h ₂ při 4900 Pa[mm]	S [m/log Pa]
3	1,343	1,193	$2,15 \times 10^{-4}$	0,731	0,6	$6,55 \times 10^{-5}$
6	3,723	3,513	3×10^{-4}	3,817	3,397	$2,1 \times 10^{-4}$
12	4,097	3,933	$2,34 \times 10^{-4}$	4,16	3,777	$1,92 \times 10^{-4}$
14	5,360	5,203	$2,24 \times 10^{-4}$	5,637	5,167	$2,35 \times 10^{-4}$

Tab. 12. Stlačitelnost pletených autopotahů na přístrojích SDL M 034 A a KES - FB 3

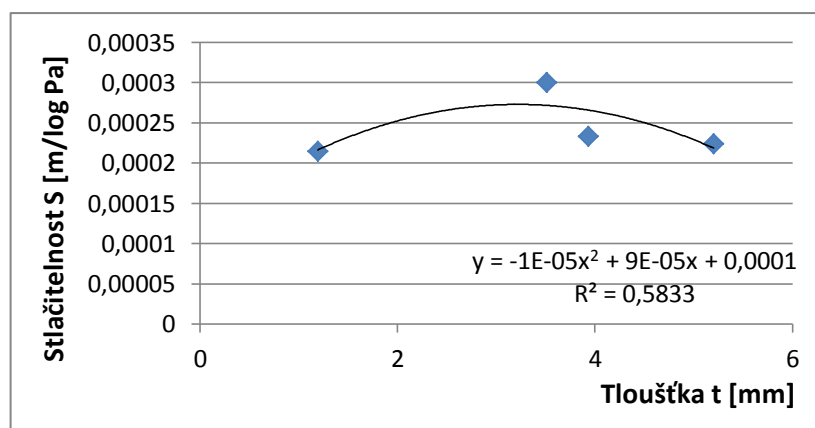


Obr. 31. Stlačitelnost pletených autopotahů na přístrojích SDL M 034 A a KES - FB 3

Stlačitelnost za pomoci tloušťkoměru SDL M 034 A při rozdílu tlaku 800 Pa

Stejně jako v případě tkaninových autopotahů byla spočítaná stlačitelnost za rozdílu tlaku 800 Pa u pletených autopotahů. Jako referenční vzorek byl vybrán autopotah č. 12, který je složen z následujících vrstev: dutinná pletenina, PU pěna a osnovní pletenina. Tento vzorek má stlačitelnost $2,34 \times 10^{-4}$ m/log Pa při rozdílu tlaku 800 Pa. Vzorek č. 14 má o 4,27 menší stlačitelnost, je složen z oboulícni pleteniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Dále vzorek č. 3 je o 8,12 % méně stlačitelný než vzorek č. 12 a jedná se nejhůře stlačitelný autopotah, který je složen z osnovní pleteniny, netkané textilie, a tenké folie. Naopak vzorek č. 6 má o 28% větší stlačitelnost. Je tvořen zátažnou pleteninou s vlasovým povrchem, PU pěnou a podšívkovou zátažnou pleteninou.

Při hledání vlivů parametrů na stlačitelnost pletených autopotahů vyšla největší závislost na jejich tloušťce, a to s indexem korelace 0,76, jedná se tedy o silnou závislost. Nejméně stlačitelný vzorek pleteného autopotahu byl složen z následujících vrstev: osnovní pletenina, netkaná textilie a tenká folie. Naopak nejstlačitelnější byl vzorek, který se skládá ze zátažné pleteniny s vlasovým povrchem, PU pěnou a podšívkovou pleteninou.

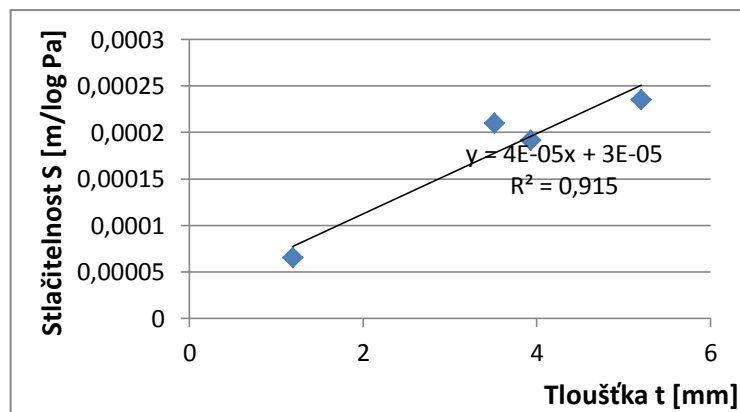


Obr. 32. Graf závislosti stlačitelnosti na tloušťce pletených autopotahů

Stlačitelnost za pomoci KES – FB 3 při rozdílu tlaku 4851 Pa

Obdobně jako v případě tkaninových autopotahů byla spočítána stlačitelnost pletených autopotahů za rozdílu tlaku 4851 Pa. Jako referenční vzorek byl vybrán opět autopotah č. 12, složený z dutinné pleteniny, PU pěny a osnovní pleteniny, se stlačitelností $1,92 \times 10^{-4}$ m/log Pa při rozdílu tlaku 4851 Pa. Vzorek č. 3 byl o 65,89 % méně stlačitelný, jedná se zároveň o vzorek nejméně stlačitelný se složením osnovní pleteniny, netkané textilie a tenké folie. Naopak vzorek č. 6 byl o 9,38 % a vzorek č. 14 o 22,40 % více stlačitelný než vzorek č. 12. Jedná se o vzorky stejného složení, pouze s rozdílem 1 vrstvy. Vzorek č. 6 má první vrstvu autopotahu z pleteniny s vlasovým povrchem a vzorek č. 14 oboulící pleteninu.

Jako největší vliv na stlačitelnost pletených autopotahů měla jejich tloušťka. Index korelace vyšel 0,96 a dá se tedy říci, že při rozdílu tlaku 4851 Pa jedná o velmi silnou závislost. Z výsledků stlačitelnosti dále zjistili, že při rozdílu tlaku 4851 Pa je nejstlačitelnější vzorek, který je složený z oboulící pleteniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Naopak jako v případě při rozdílu tlaku 800 Pa, je nejméně stlačitelný vzorek ten, jenž je složený z osnovní pleteniny, netkané textilie a tenké folie.

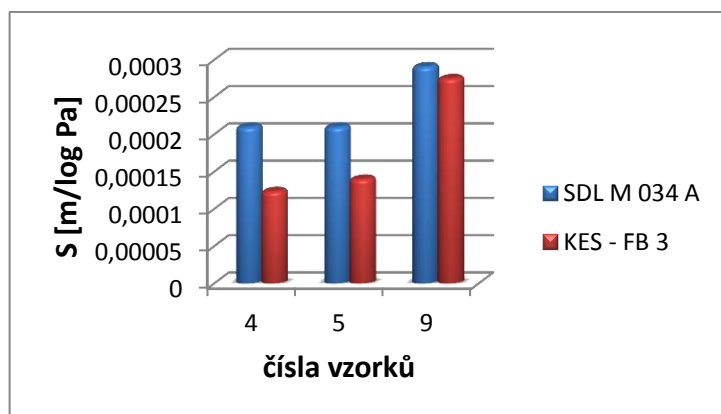


Obr. 33. Graf závislosti stlačitelnosti na tloušťce pletených autopotahů

3D Pleteniny

	SDL M 034 A			KES – FB 3		
Vzorek	h_1 při 200 Pa [mm]	h_2 při 1000 Pa[mm]	S [m/log Pa]	h_1 při 49 Pa[mm]	h_2 při 4900 Pa[mm]	S [m/log Pa]
4	2,697	2,550	$2,1 \times 10^{-4}$	2,767	2,52	$1,24 \times 10^{-4}$
5	3,080	2,933	$2,1 \times 10^{-4}$	3,187	2,907	$1,4 \times 10^{-4}$
9	4,660	4,457	$2,91 \times 10^{-4}$	4,78	4,23	$2,75 \times 10^{-4}$

Tab. 13. Stlačitelnost 3D pletenin na přístrojích SDL M 034 A a KES - FB 3

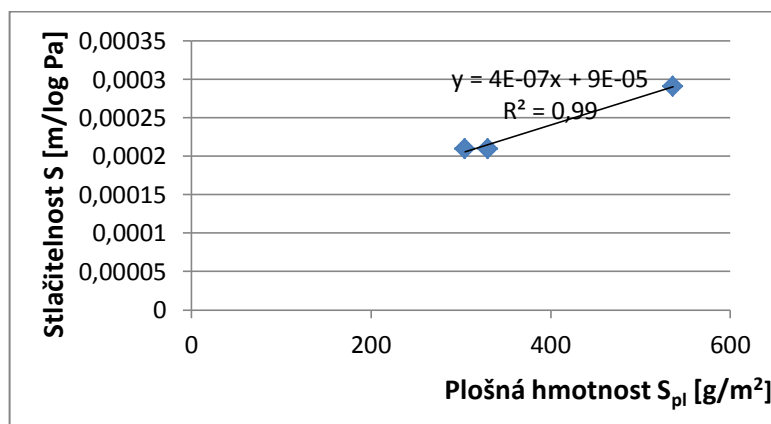


Obr. 34. Graf stlačitelnosti 3D pletenin na přístrojích SDL M 034 A a KES - FB 3

Stlačitelnost za pomoci tloušťkoměru SDL M 034 A při rozdílu tlaku 800 Pa

Jako u případu tkaninových a pletených autopotahů byla spočítána i stlačitelnost 3D pletených autopotahů při rozdílu tlaku 800 Pa na tloušťkoměru SDL M 034 A. Z výpočtu stlačitelnosti bylo zjištěno, že vzorky č. 4 a 5 mají stejnou stlačitelnost a to $2,1 \times 10^{-4}$ m/log Pa. To je zapříčiněno stejným rozdílem tloušťky při měření tloušťky 200 Pa a 1000 Pa. Tyto vzorky jsou složeny z 3D pleteniny s filetovou vazbou. Pouze vzorek č. 9 má o 38,57 % větší stlačitelnost. Tento vzorek se skládá z 3D pleteniny s filetovou vazbou, PU pěny a podšívkovou pleteninou.

U zjišťování závislosti stlačitelnosti distančních pletenin vyšla největší závislost na jejich plošné hmotnosti a to s indexem korelace 0,99. Jedná se tedy o velmi silnou závislost. Výpočty stlačitelnosti zjistily, že pokud je vzorek složen pouze z 3D pleteniny bez ostatních dvou vrstev, je méně stlačitelný než 3D pletenina se všemi vrstvami.



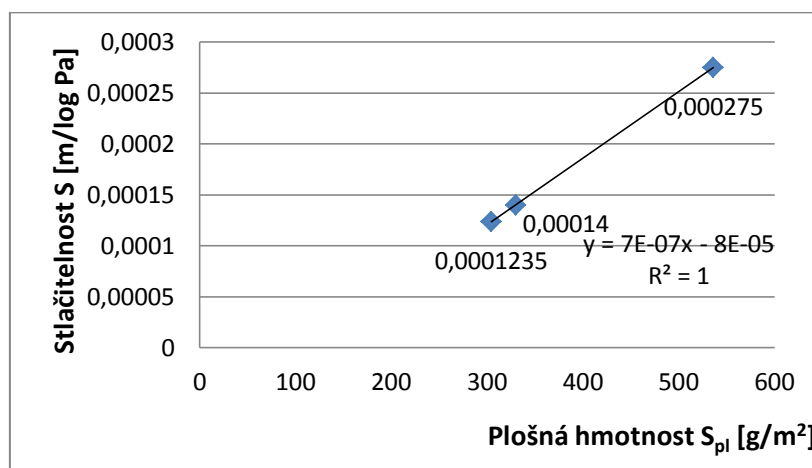
Obr. 35. Graf závislosti stlačitelnosti na plošné hmotnosti 3D pletených autopotahů

Stlačitelnost za pomoci KES – FB 3 při rozdílu tlaku 4851 Pa

Dále byla u 3D pletenin spočítána stlačitelnost pomocí přístroje KES – FB 3 za rozdílu tlaku 4851 Pa. U vzorku č. 5 byla naměřena stlačitelnost $1,4 \times 10^{-4}$ m/log Pa. Tento vzorek se skládá pouze z filetové 3D pleteniny, zároveň byl vybrán jako referenční. Vzorek č. 4 byl o 14,29 % méně stlačitelný, jedná se o vzorek stejného složení. Naopak vzorek č. 9 byl o 96,43 % stlačitelnější než vzorek č. 5. Vzorek se skládá z filetové 3D pleteniny, PU pěny a podšívkové pleteniny.

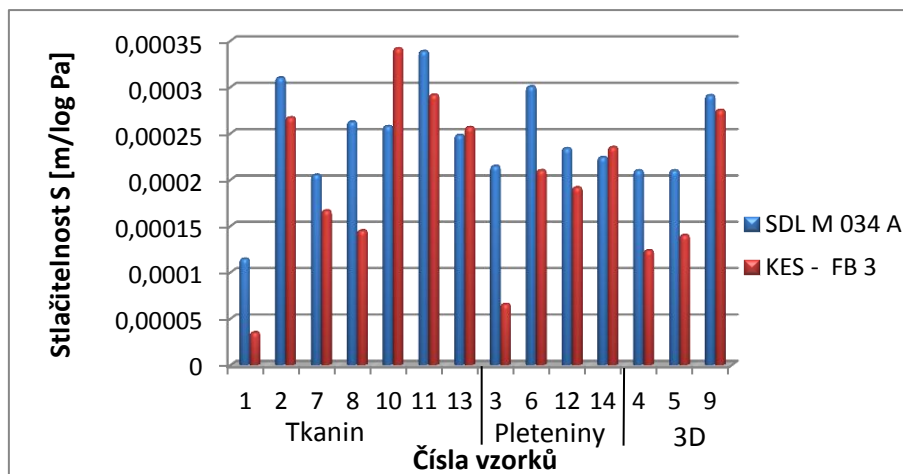
Opět u zjišťování závislosti stlačitelnosti distančních pletenin vyšla největší závislost na jejich plošné hmotnosti a to s indexem korelace 1. Jedná se tudíž zase

o velmi silnou závislost. Stejně jako u stlačitelnosti při rozdílu tlaku 800 Pa zde můžeme říci že, pokud má 3D pleteniny všechny 3 vrstvy, je více stlačitelná než distanční pletenina, která je nemá.



Obr. 36. Graf závislosti plošné hmotnosti na stlačitelnosti

Při porovnávání všech vzorků autopotahů nebyla zjištěná žádná významná závislost. Závislosti nastaly pouze v případě rozdělení na kategorie autopotahu tkaniny, pleteniny a 3D pleteniny, což je zmíněno při porovnávání jednotlivých druhů. Z celkového porovnání je vidět, že každý materiál při jiných rozdílech tlaku na odlišných měřicích přístrojích má odlišnou stlačitelnost. Z grafu můžeme vypočítat, že největší rozdíl stlačitelnosti mají vzorky č. 1 a č. 3. Vzorek č. 1 má o 69,3 % menší stlačitelnost při rozdílu tlaku 4851 Pa než při rozdílu tlaku 800 Pa. Vzorek č. 3 má o 69,77 % menší stlačitelnost při rozdílu tlaku 4851 Pa než při rozdílu tlaku 800 Pa. Naopak vzorky, které mají podobnou stlačitelnost při daných tlacích, jsou vzorky č. 13 a č. 14. Vzorek č. 13 je více stlačitelný při větším rozdílu tlaku a to o 3,63 % a vzorek č. 14 o 4,91 %. Tyto skutečnosti mohou být dány materiálovým složením.



Obr. 3. Graf porovnání stlačitelnosti všech vzorků autopotahů

3.5.3 Porovnání kompresní energie

Kompresní energie je definována jako energie vynaložená při stlačování plošné textilie do tlaku 4900 Pa a je dána vztahem:

$$WC = \int_{T_m}^{T_o} P * dT \quad [N.m/m^2] \quad (22)$$

Kde P – tlak [N/m^2]

T – tloušťka [m]

T_0 – tloušťka při tlaku 49 Pa

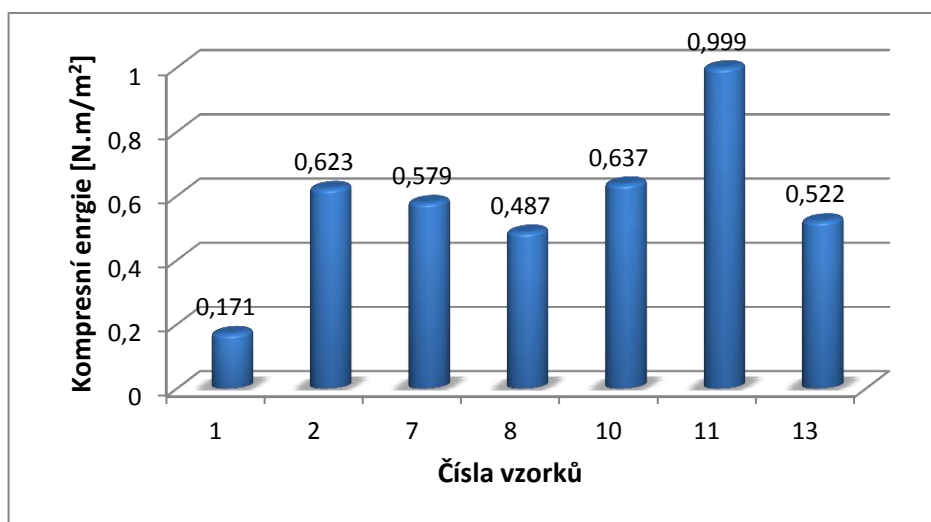
T_m – tloušťka při tlaku 4900 Pa

Každý vzorek byl měřen třikrát na přístroji KES – FB 3. Více přílohové části č. 3

Vzorky	Kompresní energie WC		
	\bar{x} [$N.m/m^2$]	s [$N.m/m^2$]	v [%]
1	0,167	0,014	8,070
2	0,623	0,016	2,497
3	0,329	0,019	5,695
4	0,476	0,007	1,471
5	0,529	0,018	3,408
6	0,599	0,016	2,716
7	0,579	0,061	10,569
8	0,487	0,047	9,550
9	1,113	0,059	5,263
10	0,637	0,045	7,124
11	0,999	0,114	11,367
12	0,715	0,044	6,221
13	0,522	0,020	3,831
14	0,554	0,078	13,997

Tab. 14. Statistické hodnoty kompresní energie

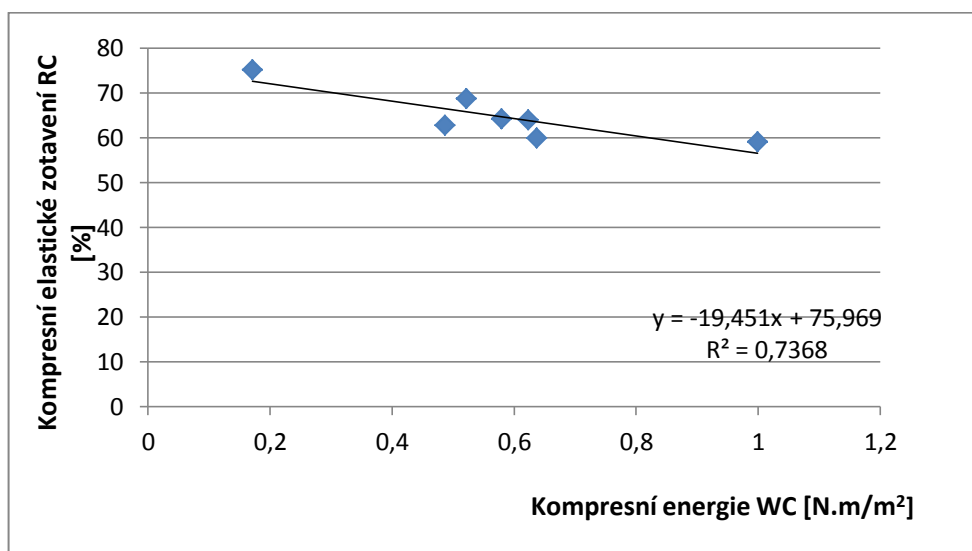
Tkaniny



Obr. 38. Graf kompresní energie tkaných autopotahů

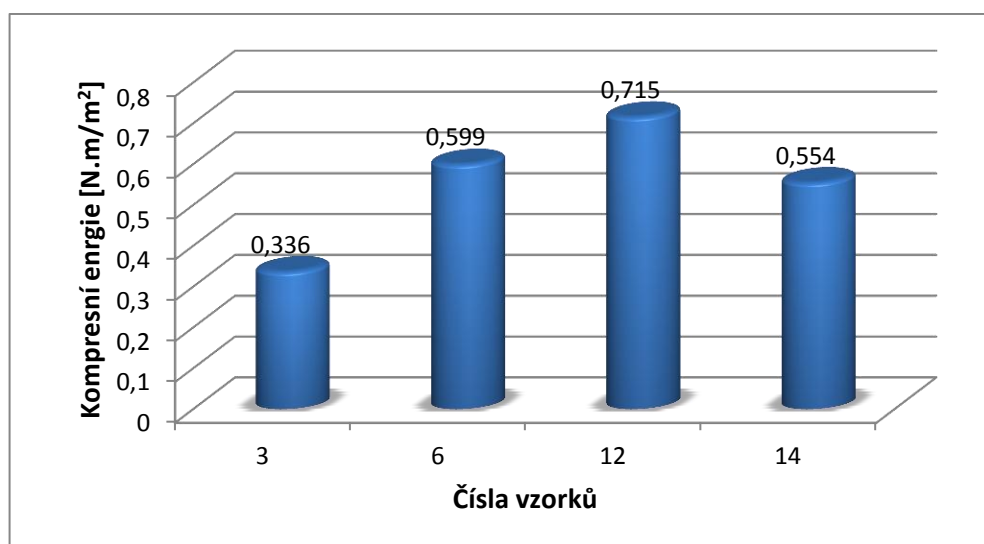
U hodnocení kompresní energie na přístroji KES – FB3 neboli energie potřebné ke stlačení vzorků tkaných autopotahů byla u vzorku č. 7 vyhodnocena energie stlačení $0,579 \text{ N.m/m}^2$. Tento vzorek se skládá ze vzorované keprové tkaniny, PU pěny a chytové pleteninové podšívky, zároveň byl určen jako referenční. U vzorku č. 13 byla vyhodnocena o 9,84 % a vzorku č. 8 o 15,89 % menší kompresní energii než u vzorku č. 7. Tyto vzorky jsou podobného složení jako vzorek č. 7, liší se pouze v třetí vrstvě autopotahu. U vzorku č. 13 tvoří třetí vrstvu podšívková zátažná pletenina a u vzorku č. 8 netkaná textilie. U vzorku č. 1 byla potřebná nejmenší kompresní energie a to o 70,47% než u vzorku č. 7. Tento vzorek je složen z keprové tkaniny, počesané pleteniny a tenké folie. Naopak vzorek č. 2 vyžaduje o 7,6 % a vzorek č. 10 o 10,02 % energii stlačení větší než u vzorku č. 7. Tyto vzorky jsou stejného složení jako referenční vzorek. Stejného složení je vzorek č. 11, u kterého je potřebná energie ke stlačení o 72,54 % větší než u vzorku č. 7.

Při zkoumání závislosti kompresní energie na některém z parametrů autopotahu vyšla nejvyšší závislost na kompresním elastickém zotavení autopotahu. Index korelace vyšel 0,86 a jedná se tedy o silnou závislost. Nejmenší kompresní energie byla vynaložena na materiál, který se skládal z keprové tkaniny, počesané pleteniny a tenké folie, zároveň se jedná o materiál, který je z tkanin nejtenčí, nejhůře stlačitelný a nejvíce pružný. Naopak největší kompresní energie byla vynaložena na autopotah složený ze vzorované keprové tkaniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Tento materiál se vyznačuje nejsilnější tloušťkou z tkaných autopotahů.



Obr. 39. Graf závislosti kompresního elastického zotavení na kompresní energii tkaných autopotahů

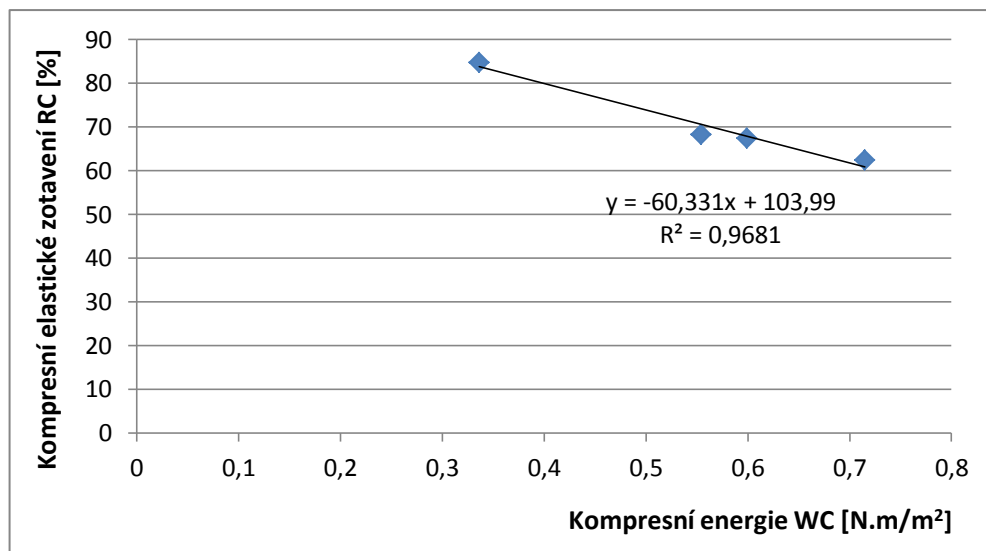
Pleteniny



Obr. 40. Graf kompresní energie pletených autopotahů

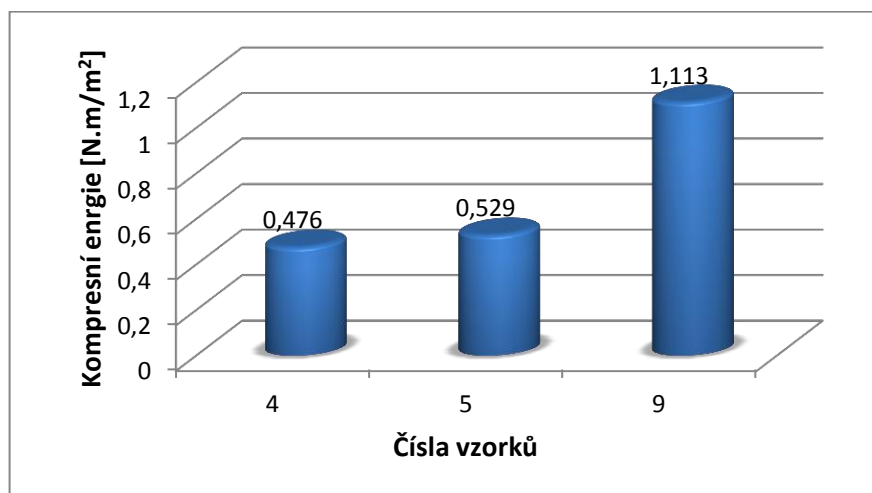
Dále bylo hodnocení na kompresní energie prováděno na pletených vzorkách materiálu. Pro stlačení vzorku č. 6 bylo zapotřebí kompresní energie o $0,599 \text{ N.m/m}^2$. Tento vzorek byl zvolen jako referenční, je složen z pleteniny s vlasovým povrchem, PU pěnou a podšívkové zátažné pleteniny. Na vzorek č. 14, který má pouze odlišnou první vrstvu materiálu, která je složena z oboulící pleteniny, je zapotřebí o 7,51 % menší kompresní energie na jeho stlačení. Pro vzorek č. 3 byla vynaložena o 43,91 % menší energie ke stlačení než u vzorku č. 6. Tento vzorek je složen z osnovní pleteniny, netkané textilie a tenké folie. Naopak u vzorku č. 12 byla naměřena o 19,37 % větší energie ke stlačení. Jedná se o složení z dutinné pleteniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny.

Při hledání největší závislosti na kompresní energie pletených autopotahů, byla jako největší nalezena opět závislost na kompresním elastickém zotavení pletenin. Index korelace vyšel 0,98 a jedná se tedy o velmi silnou závislost. Nejmenší kompresní energie tedy byla stanovena u vzorku, který je složen z osnovní pleteniny, netkané textilii a tenké folie. Také se jedná o vzorek, u kterého byla naměřena nejmenší tloušťka, nejmenší stlačitelnost a nejvyšší pružnost pletených autopotahů. Autopotah, u kterého byla potřebná nejvyšší energie k stlačení, je složen z dutinné pleteniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny.



Obr. 41. Graf závislosti kompresního elastického zotavení na kompresní energii pletených autopotahů

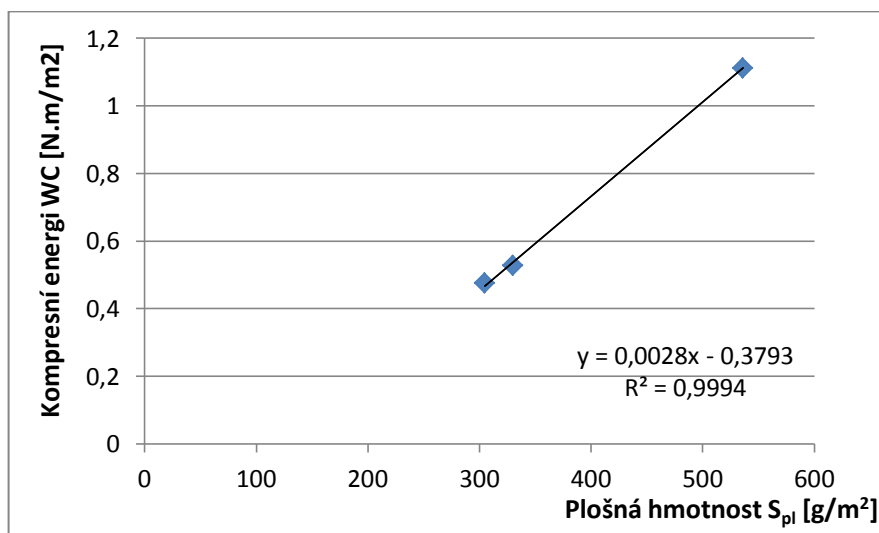
3D Pleteniny



Obr 42. Graf kompresní energie 3D pletených autopotahů

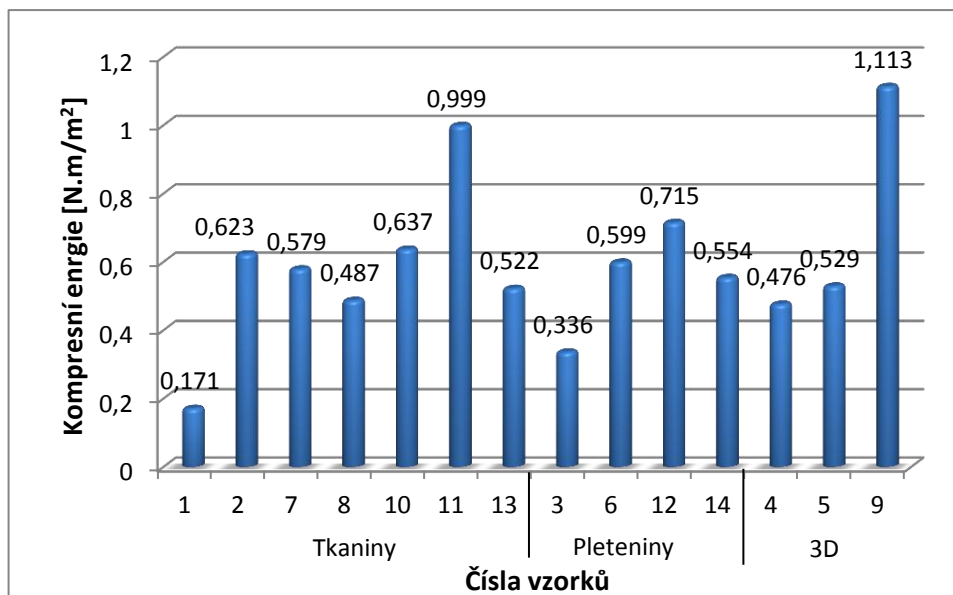
U porovnávání kompresní energie u distančních pletenin autopotahu byly výsledky následující. Na stlačení vzorek č. 5 bylo zapotřebí kompresní energie 0,529 N.m/m². U vzorku č. 4 byla vyvinuta o 10,02 % menší energie k stlačení autopotahu. Oba tyto vzorky se skládají pouze z distanční pleteniny s filetovou vazbou. U vzorku č. 9, který se skládá navíc ještě z PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny byla vyvinuta o 110,4 % větší kompresní energie.

Při zjišťování závislosti u 3D autopotahu, byla největší závislost kompresní energie na plošné hmotnosti autopotahu. Index korelace vyšel 1, jedná se tedy o velmi silnou závislost. Bylo zjištěno, že největší kompresní energie byla vyvinuta u vzorku 3D pleteniny, který je složen ze všech 3 vrstev (3D filetová pletenina, PU pěna a podšívková pletenina) než u materiálu pouze s 3D vrstvou. Dále tento materiál má největší tloušťku a stlačitelnost z distančních pletenin. Vzorek č. 4, na který byla vyvinuta nejmenší kompresní energie je zároveň nejtenčí a má největší kompresní pružnost z 3D autopotahu.

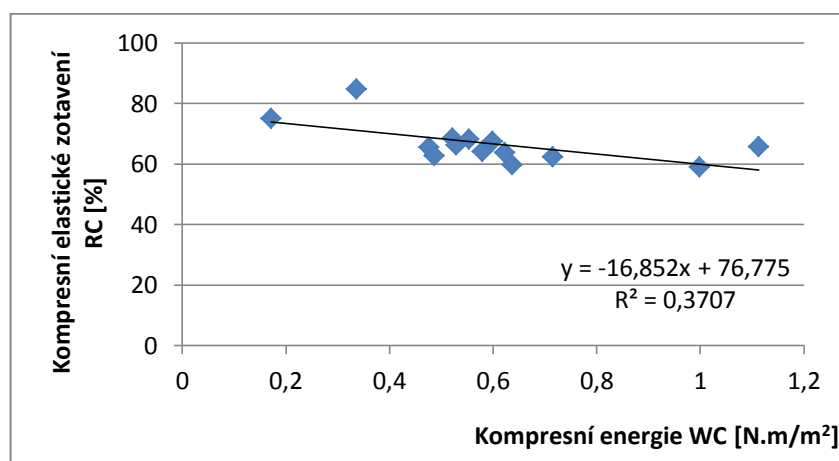


Obr. 43. Graf závislosti plošné hmotnosti na kompresní energii 3D pletených autopotahů

Při porovnání všech 14 vzorků bez ohledu na materiálové složení vyšla nejvyšší závislost kompresní energie na kompresní pružnosti a to s indexem korelace 0,61, jedná se tedy o průměrnou závislost. Největší kompresní energie byla vyhodnocena u vzorků č. 11 (tkanina) a vzorku č. 9 (3D pletenina), oba vzorky mají dvě poslední vrstvy vzorku z PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Na vzorky č. 1 (tkanina) a č. 3 (pletenina) byla naopak vyvinuta nejmenší kompresní energie. Oba tyto vzorky jsou nejtenčí, nejméně stlačitelný a zároveň nejpružnější ze všech 14 hodnocených vzorků a mají místo podšívkové pleteniny tenkou fólii. Jejich druhá vrstva je počesaná pletenina (vzorek č. 1) a netkané textilie (vzorek č. 2). Při dotazování se respondentů na kompresní pružnost materiálu, bylo zjištěno, že 70 % respondentů by volilo raději více pružný materiál a 30 % mírně pružný materiál. Jelikož byla zjištěna závislost kompresní energie na kompresní pružnosti, doporučil bych respondentům, kteří volili více pružný autopotah, vybírat potah s nižší kompresní energií.



Obr. 44. Graf hodnocení kompresní energie všech vzorků



Obr. 45. Graf porovnání závislosti kompresní pružnosti všech vzorků na kompresní energii

3.5.4 Porovnání kompresního elastického zotavení

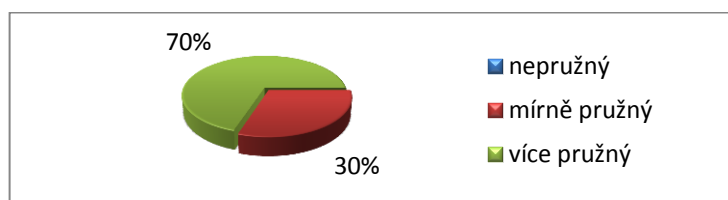
Kompresní elastické zotavení je definováno jako návrat stlačovaného materiálu do původní tloušťky při odlehčování stlačovací čelisti, jenž je definován vztahem:

$$RC = \frac{WC'}{WC} * 10^2 \quad [\%] \quad (23)$$

kde WC' – kompresní energie při zotavení [N.m/m²]

WC – kompresní energie na jednotku plochy [N.m/m²]

Dále v experimentální části byly zjišťovány názory respondentů na otázku: Jakou kompresní pružnost svého autopotahu by si představovali při stlačení (respondenti byli poučeni, co znamená pojem kompresní pružnost). S touto otázkou nebyli respondenti záměrně seznámeni s nejvíce a nejméně pružným vzorkem vůči stlačení, protože naměřené výsledné hodnoty jsou velice podobné až na dva vzorky (č. 1 a 3) a chtěl jsem zjistit, jak právě tyto dva vzorky ohodnotí. Ovšem před hodnocením byli seznámeni se všemi 14 vzorky autopotahů, u kterých důkladně prozkoumali jak již zmíněnou tloušťku, kompresní pružnost tak i také stlačitelnost, aby je mohli porovnat mezi sebou. Výsledky byly následující:



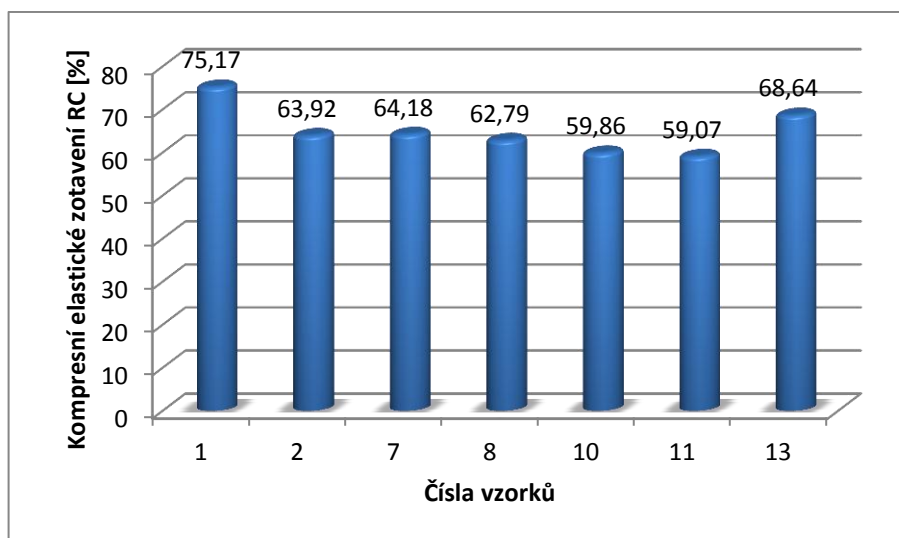
Obr. 46. Jakou kompresní pružnost svého autopotahu byste si představovali při stlačení?

Výsledky všech třech měření pomocí přístroje KES – FB 3 jsou v příloze č. 4

Vzorky	Kompresní elastické zotavení RC		
	\bar{x} [%]	s [%]	v [%]
1	75,153	0,023	0,031
2	63,917	0,709	1,109
3	84,820	0,030	0,035
4	65,627	0,920	1,402
5	66,357	0,550	0,829
6	67,457	1,820	2,698
7	64,183	1,400	2,182
8	62,787	3,560	5,671
9	65,697	3,009	4,580
10	59,890	4,098	6,842
11	59,073	1,683	2,849
12	62,437	3,191	5,110
13	68,637	5,259	7,662
14	68,293	4,163	6,096

Tab. 15. Statistické hodnoty kompresního elastického zotavení

Tkaniny

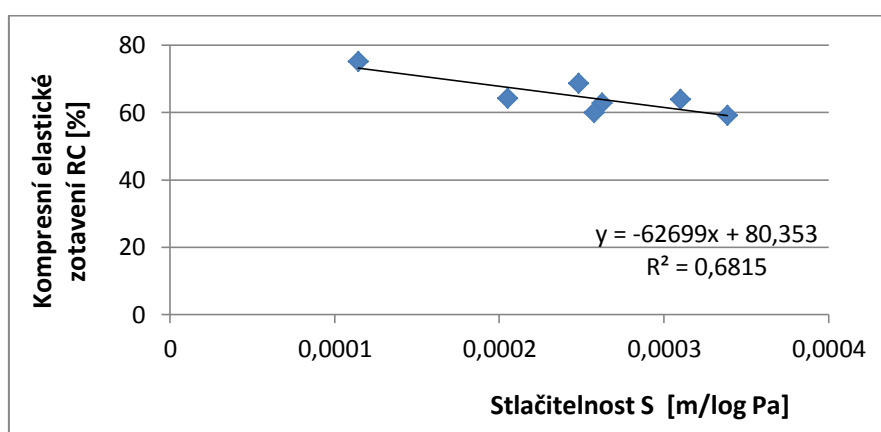


Obr. 47. Graf kompresního elastického zotavení tkaninových autopotahů

Hodnocení kompresního elastického zotavení (pružnost) u tkaninových autopotahů bylo vyhodnoceno následovně. U vzorku č. 2 byla naměřena kompresní pružnost 63,92 % a byl určen jako referenční. Tento vzorek je složen z keprové tkaniny, PU pěny, a zátažné podšívkové pleteniny. Vzorek č. 8 má 1,77% menší pružnost, od vzorku č. 2 se liší pouze třetí vrstvou materiálu, kterou má z netkané textilie. Dále vzorek č. 10 je o 6,35 % a vzorek č. 11 o 7,59 % menší než vzorek č. 2 a jsou stejného složení. Naopak vzorek č. 7 má o 0,41 % větší kompresní pružnost než vzorek č. 2, jedná se o vzorovaný tkaninový kepr s PU pěnou a podšívanou chytovou pleteninou. Vzorek č. 13 má o 7,38 větší pružnost než vzorek č. 2 a je stejného složení. Dále vzorek č. 1 má největší kompresní pružnost z tkaninových autopotahů a to o 17,6 % větší než vzorek č. 2. Je složen z keprové tkaniny, počesané pleteniny a tenké folie.

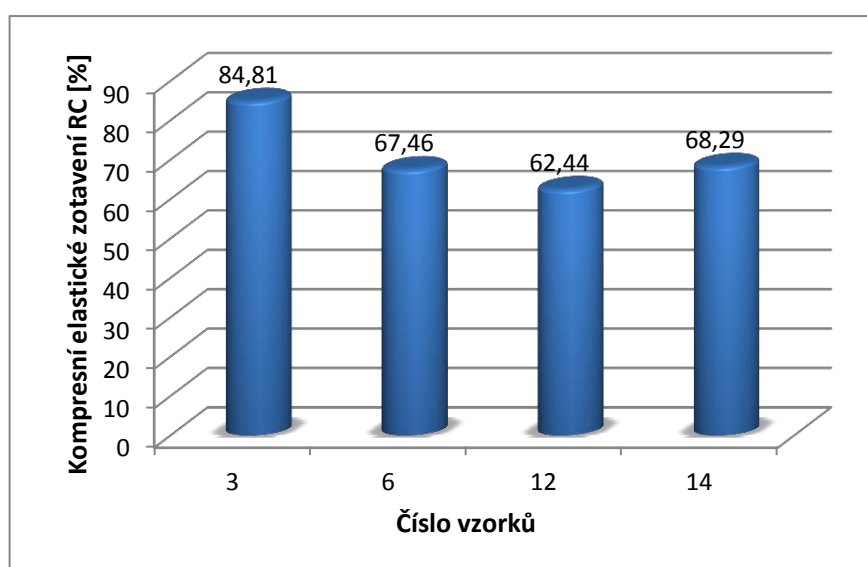
Při hledání na čem je kompresní elastické zotavení nejvíce závislé, byla nalezena největší závislost na kompresní energii s indexem korelace 0,86 a jedná se tedy o silnou závislost. Znázorněno v grafu na obr. č. 11. U tkaninových autopotahů vyšla dále silná závislost na stlačitelnosti při rozdílu tlaku 4851 Pa a to s indexem korelace 0,83, znázorněno v grafu na obr. č. 48. Při dotazování respondentů na otázku jakou by volili tloušťku materiálu, odpovědělo 70 % mírně pružný a 30 % více pružný, nepružný by nevolil žádný respondent. Za mírně pružný se dá považovat materiál, který byl nejméně pružný z měřených vzorků a to vzorek č. 11, což je tkaninový keprový vzor

s PU pěnou a podšívkovou zátažnou pleteninou. Kompresní pružnost tohoto vzorku 67 % respondentů ohodnotilo jako dostačující, 20 % nedostačující a zbylých 13 % jako výbornou, viz příloha č. 7. Naopak vzorek, u kterého 67 % respondentů ohodnotilo kompresní pružnost jako nedostačující, 20 % dostačující a zbylých 17 % jako výbornou, byl vzorek s největší kompresní pružností dle přístroje KES – FB 3. To je dáno jeho malou tloušťkou a složením vrstev materiálu, jedná se zároveň o nejméně stlačitelný vzorek. Respondent díky jeho malé tloušťce a malé stlačitelnosti nedokáže správně určit jeho vysokou pružnost, protože se jeví jako nepružný nebo velice mírně pružný. Další hodnocení respondentů je v příloze č. 7.



Obr. 48. Graf závislosti stlačitelnosti na kompresní pružnosti tkaninových autopotahů

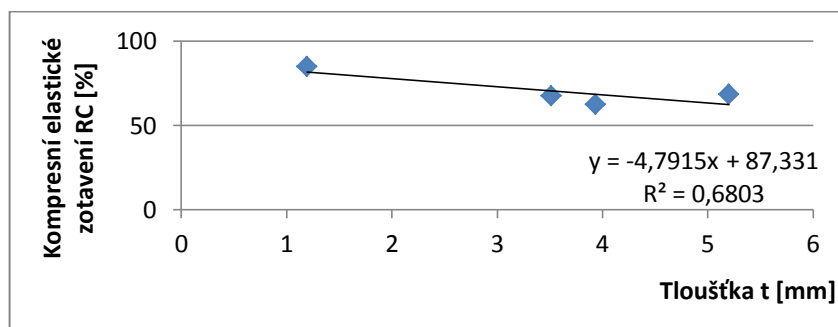
Pleteniny



Obr. 49. Graf kompresního elastického zotavení pletených autopotahů

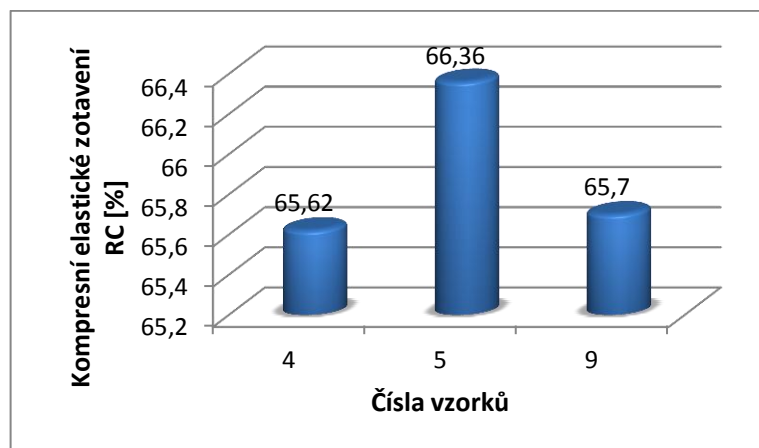
U hodnocení kompresní pružnosti pletených autopotahů byly vyhodnoceny následující hodnoty. Vzorek č. 14 má kompresní elastické zotavení 68,29 %, byl učen jako referenční vzorek. Tento autopotah se skládá z oboulící pleteniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Vzorek č. 6, který se tvoří pleteniny a s vlasovým povrchem, PU pěnou a podšívkovou zátažnou pleteninou je o 1,22% méně pružnější. Dále vzorek č. 12 je o 8,57 % méně pružný, než vzorek č. 14. Tento vzorek, až na první vrstvu, která je tvořena keprovou tkaninou, má stejné složení jako vzorek č. 14. Naopak vzorek č. 3, který je složen z osnovní pleteniny, počesané pleteniny a tenké folie je o 24,19 % více pružný než vzorek č. 14.

U hledání závislosti parametrů na pletených autopotazích vyšla největší závislost na kompresní energii s indexem korelace 0,98 a jedná se tedy o velmi silnou závislost, viz obr. č. 12. Další větší závislost nastala na tloušťce pletených autopotahů a to s indexem korelace 0,82, jedná se tedy o průměrnou závislost, znázorněnou na obr. č. 50. Stejně jako v předchozím případě, kdy respondenti ohodnotili u vzorku č. 1 záporně kompresní pružnost u tkaninového autopotahu, tak provedli i u pleteného autopotahu u vzorku č. 3. Tento vzorek byl v dané kategorii nejpružnější ze čtyř vzorků s pružností 84,81 procent. Ovšem 87 % dotazovaných odpovědělo, že je jeho kompresní pružnost nedostačující, a pouhých 13 % odpovědělo, že je dostačující, nikdo nehodnotil jako pružnost jako výbornou. To je opět dáno jeho složení vrstev, malou tloušťkou a malou stlačitelností. Vzorek je tak tenký a málo stlačitelný, že se velice rychle navrátí do původní tloušťky, což respondent díky jeho malé stlačitelnosti nepozná. Naopak nejméně pružný byl vzorek č. 6 se složením pletenina s vlasovým povrchem, PU pěna a podšívková zátažná pletenina. U tohoto vzorku hodnotilo 77 % respondentů kompresní pružnost jako výbornou, 20 % jako dostačující a 3 % jako nedostačující. Další hodnocení respondentů v příloze č. 7.



Obr. 50. Graf závislosti tloušťky na kompresní pružnosti pletených autopotahů

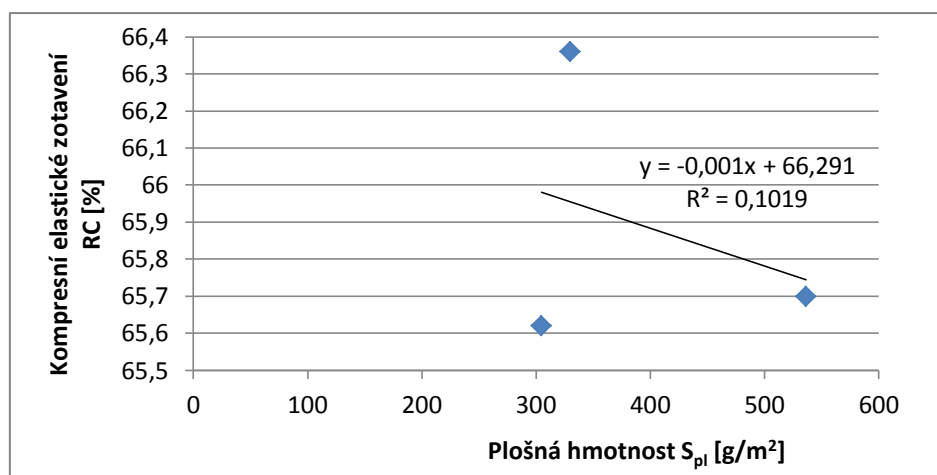
3D Pleteniny



Obr. 51. Graf kompresního elastického zotavení 3D pletených autopotahů

U 3D pletených autopotahů jsou výsledky kompresního elastického zotavení následující. Vzorek č. 9 má kompresní pružnost o velikosti 65,7 % a je složen z filetové 3D pleteniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Vzorek č. 4 má o 0,12 % menší a vzorek č. 5 naopak o 1% vyšší kompresní pružnost. Oba dva vzorky jsou tvořeny pouze filetovou distanční pleteninou.

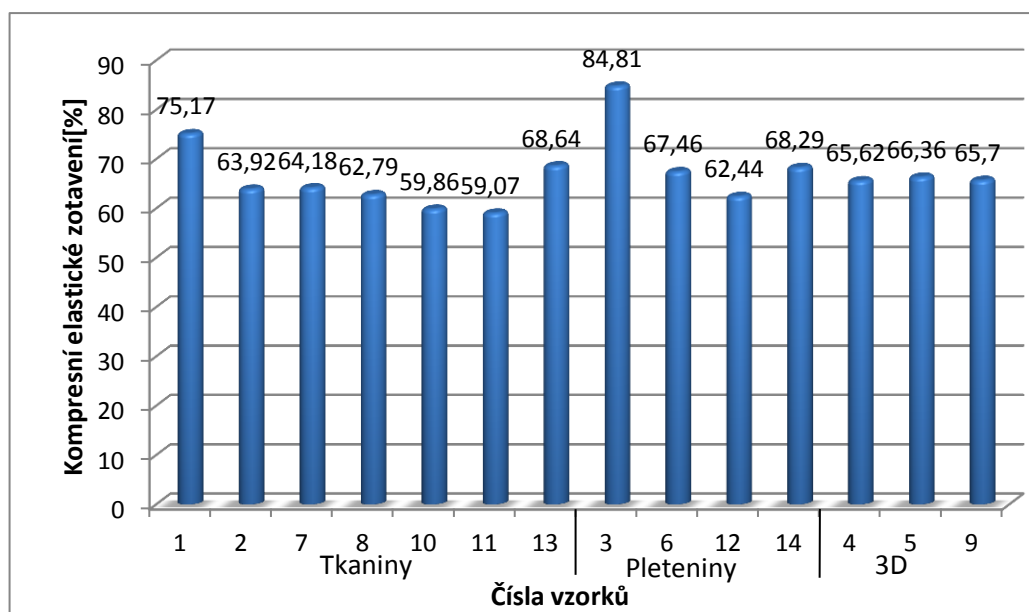
Při hledání závislosti parametrů pro kompresní elastické zotavení distančních pletenin nebyla z daných proměřených vzorků nalezena žádná významná závislost. Pouze menší závislost byla nalezena na plošné hmotnosti autopotahu s indexem korelace 0,32. To může být způsobeno malým počtem zkoumaných 3D textiliích. Jako vzorek s nejmenší kompresní pružností vyhodnotil přístroj KES – FB 3 vzorek č. 4. Respondenti tento vzorek ohodnotili takto: 47 % ohodnotilo jeho kompresní pružnost jako dostačující, 30 % jako výbornou a 23 % jako nedostačující. Naopak největší pružnost ve skupině distančních pletenin měl vzorek č. 5, jehož kompresní pružnost ohodnotili respondenti takto: 47 % odpověděli, že má dostačující pružnost, 43 % ohodnotilo jako výbornou a 10 % jako nedostačující. Další hodnocení respondentů v příloze č. 7.



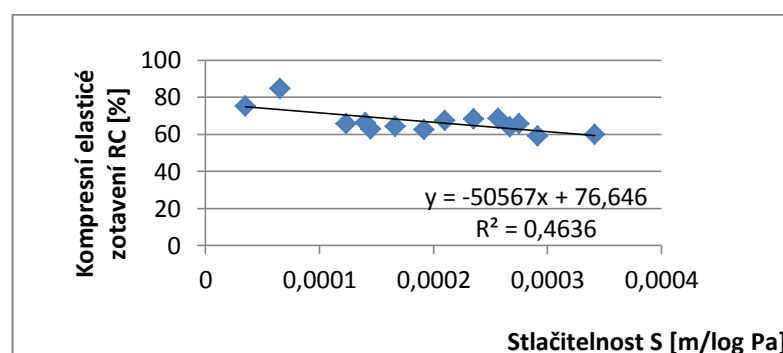
Obr. 52. Závislost plošné hmotnosti na kompresní pružnosti 3D autopotahů

Po porovnání všech 14 vzorků bez ohledu na materiálové složení vyšla nejvyšší závislost kompresní pružnost na stlačitelnosti s indexem korelace 0,68, jedná se tedy o průměrnou závislost. Jako největší kompresní pružnost měl pletený materiál č. 3 a to 84,81 % jako druhý nejvíce byl tkaný materiál č. 1, který měl 75,15 % kompresní pružnosti, tato skutečnost je dána složením materiálu, nejmenšími tloušťkami a nejmenší stlačitelností z hodnocených vzorků. Jak již bylo zmíněno 70 % respondentů by si zvolilo do svého automobilu více pružný materiál a 30 % respondentů mírně pružný materiál. Ovšem názor respondentů a přístroje KES – FB 3 se v tomto případě rozchází. Respondenti hodnotí komfortním pocitem a tyto vzorky, které mají nejmenší tloušťku a nejmenší stlačitelnost hodnotí jako nejméně kompresně pružné. Naopak nejméně pružné jsou tkané vzorky č. 10 a č. 11. Tyto vzorky mají stejné složení z keprové tkaniny, PU pěny a podšívkové zátažné pleteniny. Názory respondentů na tyto vzorky jsou rozdílné, více v příloze č. 7.

Hodnoty linearity křivky tlak – tloušťka z přístroje KES – FB 3 v příloze č. 5



Obr. 53. Graf hodnocení kompresního elastického zotavení všech vzorků



Obr. 53. Graf porovnání závislosti stlačitelnosti všech vzorků na kompresní pružnosti

3.6 Hodnocení respondenty

3.6.1 Subjektivní hodnocení omaku

Jedním z nejzákladnějších kontaktních projevů je omak. Jedná se o pocit, který je vyvolán při kontaktu textilie s pokožkou. Spadá do hodnocení jakosti textilií jako jedna z nejdůležitějších užitných vlastností. Omak subjektivně hodnotí uživatelé, souvisí zejména s povrchovými, mechanickými a tepelnými vlastnostmi dané textilie. S pojmem omak jsou spojeny takové přívlastky jako měkký, teplý, objemný, hladký, tuhý. [26]

Pro subjektivní hodnocení omaku byly navrženy dvě základní metodiky:

- *Absolutní metoda* – hodnotí vybraní respondenti v principu zařazování individuálních textilií do zvolené subjektivní stupnice – ordinální škály (0-velmi špatný, 1-dostačující, ..., 6-skvělý)
- *Komparativní metoda* – založena na seřídění podle osobního kritéria hodnocení. K této metodě bývá přiložen vzorek textilie s nejpříjemnějším a nejhorším omakem. [26]

Pokud chceme uskutečnit subjektivní hodnocení omaku, je nutné řešit 3 základní body:

- Výběr respondentů
- Výběr bodové škály
- Zavedení sémantiky

Výběr respondentů

Způsob výběru hodnotitelů velice ovlivňuje námi získané údaje a tím i výsledky hodnocení omaku. Subjektivní hodnocení je založeno na kvalitě senzorických orgánů každého hodnotitele. Hodnocení záleží také na současném psychickém stavu respondenta. [26]

Hodnotitel musí být před zkouškou poučen, jakým způsobem má hodnocení provádět. Záleží na způsobu ohmatávání, stlačování a to bez ohledu na vzhled textilie. Hodnotitel musí pohodlně sedět a mít při hodnocení klid, aby se mohli soustředit. Je nutno vyloučit všechny okolní vlivy, které by ho mohli ovlivnit při posuzování jako třeba hluk, hovor, atd. [27]

Výběr bodové škály

Pokud se neprovádí párové porovnání je možno volit bodovou stupnici dle libovolných kritérií a potřeb. Například [27]:

- nepřijatelný
- nepatrně přijatelný
- mírně přijatelný
- dobrý
- znamenitý

3.6.2 Hodnocení kompresních vlastností respondenty

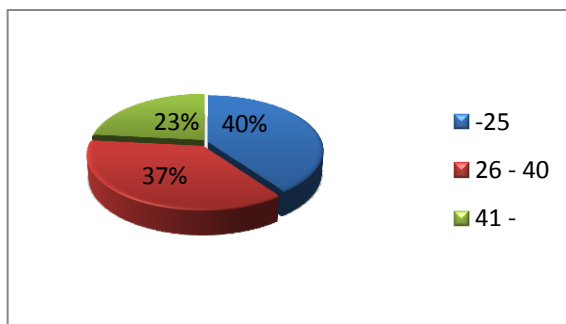
Respondentovi bylo předloženo 14 vzorků autopotahu. Před samotným hodnocením byl seznámen se vzorky s nejmenší a největší tloušťkou, s hodnocením kompresní pružnosti, s nejmenší a největší stlačitelností, aby získal o vzorcích určitou představu. Poté odpovídal do dotazníku na následující 3 hlavní otázky:

- Jak hodnotí tloušťku autopotahu
- Jak hodnotí pružnost při stlačování autopotahu
- Stlačitelnost autopotahu

Vzorový dotazník a názory na jednotlivé vzorky je přiložen v příloze bakalářské práce č. 7.

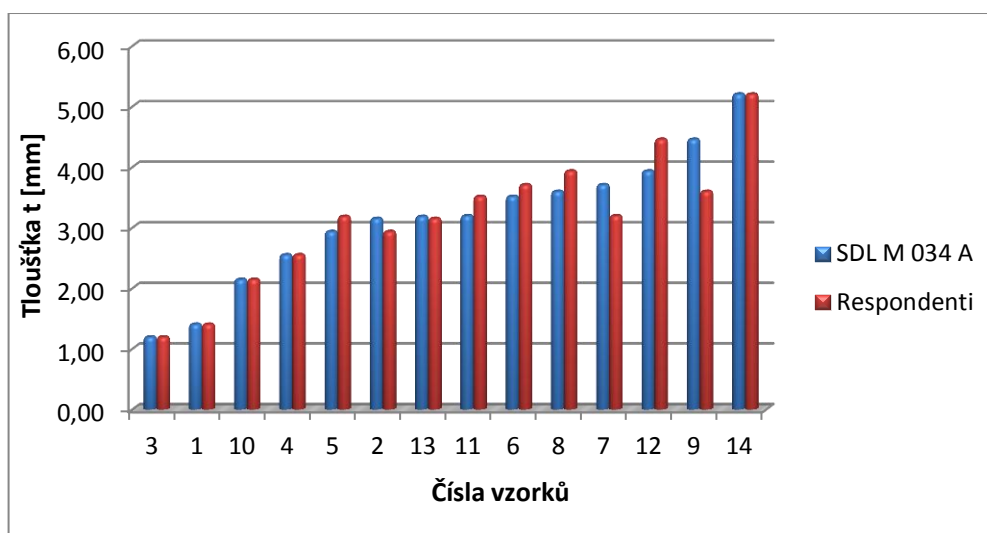
Dále byl dotazován na řadu otázek ohledně autopotahů, jako např. jakou preferuje tloušťku potahu, jaký materiál by zvolil atd., viz příloha č. 8.

Respondenti



Obr. 54. Věková kategorie respondentů

Porovnání tloušťky autopotahů

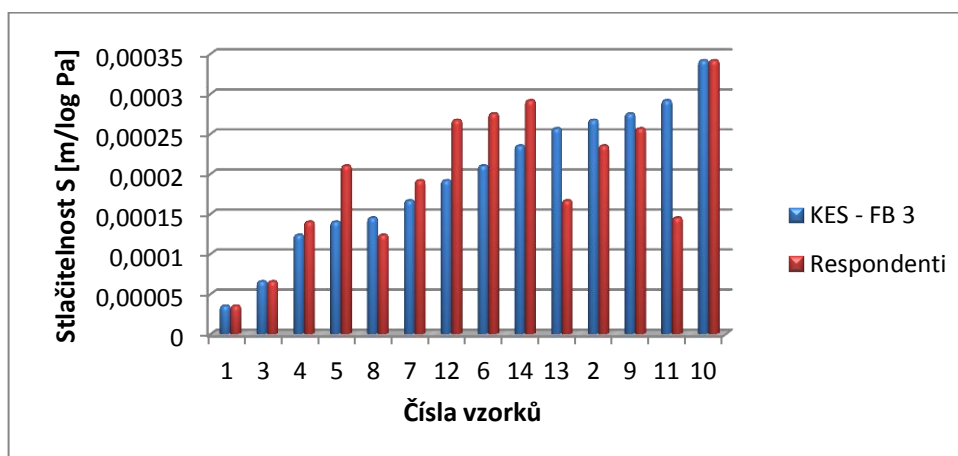


Obr. 55. Graf porovnání tloušťky – hodnocení respondentů a tloušťkoměru

Jak již bylo zmíněno, respondenti byli při porovnávání seznámeni s nejtenčím a nejsilnějším autopotahem. Při hodnocení se respondenti s tloušťkoměrem shodli u vzorků č. 3, 1, 10, 4, 13 a 14. U dalších vzorků se více či méně rozcházejí. Nejvíce však rozcházejí u vzorku č. 9, jedná se o 3D pletený autopotah s filetovou vazbou, PU pěnou a pleteninovou podšívkou. Z těchto získaných hodnot vyšel index korelace 0,42, jedná se tedy o slabou závislost.

Autopotahy jsou v grafu řazeny od nejmenší po největší tloušťku podle tloušťkoměru SDL M 034 A. Tloušťka na tomto přístroji byla měřena dle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0844).

Porovnání stlačitelnosti autopotahů

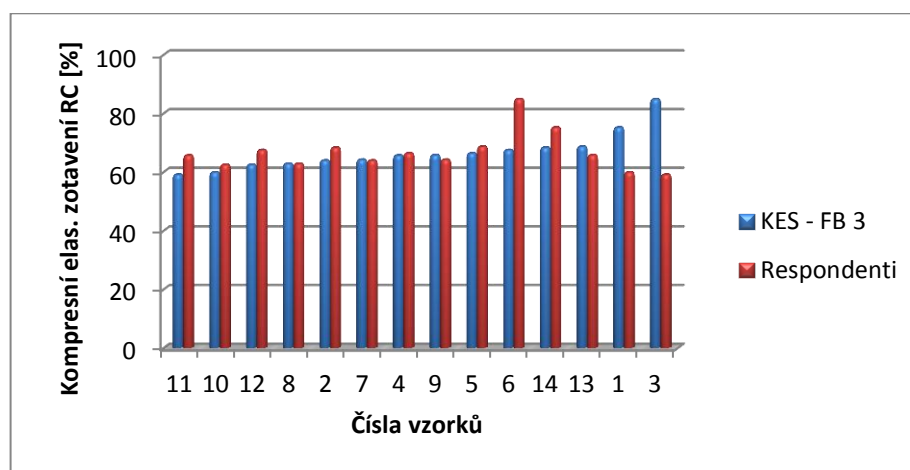


Obr. 56. Graf porovnání stlačitelnosti – hodnocení respondentů a přístroje KES – FB 3

Respondenti hodnotili stlačitelnost autopotahů v bodové škále od 1 - nejhůře stlačitelný až po 5 - nejlépe stlačitelný. Před porovnáním stlačitelnosti byli respondenti opět seznámeni s nejhůře a nejlépe stlačitelným vzorkem. Z grafu je patrné, že respondenti správně ohodnotili vzorky, s jejichž stlačitelností byli obeznámeni (vzorek č. 1 a 10). Dále správně odhadli stlačitelnost u vzorku č. 3. S největším záporným rozdílem ohodnotili vzorek č. 11. Index korelace vyšel 0,2, jedná se tedy opět o slabou závislost. Dle mého názoru respondenti nemůžou určit přesnou stlačitelnost vzorku autopotahu, pouze odhadovat.

Vzorky autopotahu jsou v grafu řazeny od nejmenší stlačitelnosti po největší stlačitelnost. Z přístroje KES – FB 3 který změřil tloušťku autopotahu při 49 Pa a 4851 Pa byla následně spočítána stlačitelnost dle Sommera. Více v kap. 3.5.2. Pro porovnání s uživateli byly vybrány hodnoty pro výpočet stlačitelnosti z KES - FB 3 z toho důvodu, jelikož měřil při větším rozdílu tlaku než tloušťkoměr SDL M 034 A.

Porovnání kompresní pružnosti autopotahů



Obr. 57. Graf porovnání kompresní pružnosti – hodnocení respondentů a přístroje KES – FB 3

Při hodnocení kompresní pružnosti neboli kompresního elastického zotavení, nebyli respondenti záměrně seznámeni s nejvíce a nejméně pružným autopotahem. Hodnotili v bodové škále 1 - nedostačující až 3 - výborná. Před hodnocením prozkoumali všechny vzorky autopotahů, aby získali přehled o kompresní pružnosti. Dále byli poučeni, co pojem kompresní pružnost znamená. Více v kapitole 3.5.4.

Z grafu je patrné, že vzorky, které KES vyhodnotil jako nejpružnější, respondenti naopak vyhodnotili jako nejméně pružný, možná příčina tohoto hodnocení je popsána v kap. 3.5.4. Dále respondenti vyhodnotili jako nejpružnější vzorek č. 6. Na grafu si nadále můžeme všimnout, že 10 ze 14 vzorků mají podobnou pružnost.

Index korelace vyšel 0,46, jedná se o průměrnou závislost. U hodnocení kompresní pružnosti byli dle mého názoru přesnější než u hodnocení stlačitelnosti. Z toho bylo usouzeno, že kompresní elastické zotavení se hodnotí přesněji než stlačitelnost. Při dotazování na otázku, jak pružný materiál při stlačení by volil respondent, odpovědělo 70% respondentů více pružný a zbylých 30 % odpovědělo mírně pružný.

4 Vyhodnocení kompresních vlastností autopotahů

Podle dotazovaných respondentů bylo zjištěno, že každému z nich vyhovuje jiný typ autopotahu. Při dotazování vyhovuje tenčí autopotah 13% respondentů, silnější 57 % a silný 30% respondentům. Mírně pružné zotavení vyhovuje 30 % a více pružné zotavení 70 %.

Bylo zjištěno, že u každé kompresní vlastnosti autopotahů ovlivňuje danou vlastnost jiný faktor. Při hodnocení stlačitelnosti za pomoci tloušťkoměru SDL M 034 A a KES – FB 3 tkaninových autopotahů se jedná o závislost na kompresním elastickém zotavení, stlačitelnost pletených autopotahů závisí hlavně na jejich tloušťce a u 3D pletených potahů byla nalezena největší závislost na plošné hmotnosti. Při vyhodnocování kompresní energie bylo zjištěno, že velikost kompresní energie u tkanin a pletenin závisí nejvíce na kompresním elastickém zotavení. Naopak u 3D pletenin byla největší závislost velikosti kompresní energie na jejich plošné hmotnosti. U vyhodnocování kompresního elastického zotavení tkaninových autopotahů bylo zjištěno, že jejich kompresní pružnost závisí na velikosti kompresní energie a mimo jiné také na stlačitelnosti. U pletených autopotahů kompresní zotavení závisí opět na velikosti kompresní energie na tloušťce autopotahu. A jako v případě u velikosti kompresní energie, tak i při kompresním elastickém zotavení u distančních pletenin závisí na jejich plošné hmotnosti.

Dále kompresní vlastnosti závisí na tloušťce materiálu, respektive na složení tří vrstev materiálu. Nejmenší tloušťku měly autopotahy, které postrádaly ve druhé a třetí vrstvě PU pěnu s pleteninovou podšívkou. Místo těchto dvou vrstev měli buď počesanou pleteninu s tenkou fólií, nebo netkanou textilií s tenkou fólií. Jedná se o vzorky č. 1 a 3. Naopak vzorek č. 14, který je složen pleteniny, PU pěny, a podšívkové pleteniny, má ze všech vzorků největší tloušťku. Za zmínku stojí i vzorek č. 9, který se skládá z distanční pleteniny, PU pěny, podšívkové pleteniny a po vzorku č. 14 má největší tloušťku. Ostatní distanční pleteniny, které nemají druhou

a třetí vrstvu jsou také silnější než zmiňované vzorky č. 1 a 3. Hodnocení tloušťky podle respondentů bylo více méně shodné s tloušťkoměrem až na vzorky č. 9 a č. 7.

Stlačitelnost autopotahů byla vypočítána podle Sommerova vztahu pro stlačitelnost. Pro výpočet stlačitelnosti bylo zapotřebí dvou rozdílných naměřených tloušťek materiálu při rozdílném tlaku. K tomuto účelu bylo využito tloušťkoměru SDL M 034 A a přístroje KES – FB 3, výsledné stlačitelnosti se nedají přesně srovnat, protože každý přístroj měřil s jiným rozdílem tlaku a tloušťku hodnotil s rozdílnou přítlačnou čelistí. Ovšem oba dva přístroje vyhodnotily jako nejméně stlačitelný vzorek č. 1 a 3, jedná se opět o vzorky, které mají velice odlišné vrstvy od ostatních materiálů, ale naopak vykazují nejvyšší pružnost. Tyto vzorky vyhodnotili respondenti také jako nejméně stlačitelné. Podle přístroje KES – FB 3 byla vyhodnocena největší stlačitelnost u vzorku č. 10, který jako nejvíce stlačitelný označili i respondenti, ale zřejmě jen z toho důvodu že s tímto nejstlačitelnějším vzorkem byli obeznámeni. Tudíž bylo usouzeno, že jako nejstlačitelnější vzorek podle respondentů je vzorek č. 14, který je průměrně stlačitelný dle posuzovaných vzorků. Bylo zjištěno, že respondenti nedovedou přesně posoudit stlačitelnost vzorků.

U velikosti vynaložené kompresní energie, bylo vyhodnoceno, že nejmenší energii ke stlačení potřebují opět vzorky č. 1 a 3, to je dáno jejich nejmenší stlačitelností a pružností ze všech posuzovaných vzorků. Největší potřebná kompresní energie byla vynaložena na vzorek č. 9, což může být způsobeno jeho složením vrstev. Vzorek se skládá z 3D pleteniny s filetovou, PU pěny a podšívkové pleteniny.

Při zjišťování kompresního elastického zotavení byli osloveni respondenti s otázkou, jaká pružnost při stlačení autopotahu by jim vyhovovala. 70 % dotazovaných byla jednoznačně pro více pružný materiál a zbylých 30 % pro mírně pružný materiál. Při zjišťování této pružnosti na přístroji KES – FB 3, bylo vyhodnoceno tak, že všechny vzorky dosáhly nad 59 % elastického zotavení. Největší pružnost měly vzorky č. 1 a 3. Na tyto materiály byla zároveň vyvinuta nejmenší kompresní energie a zároveň jsou nejmenší tloušťkou a jsou nejméně stlačitelné. Respondenti tyto dva vzorky ohodnotili jako s nejmenší kompresní pružností ze všech 14 vzorků. To je zapříčiněno tím, že hodnotili podle pocitu při stlačení. Ovšem si neuvědomili, že tyto vzorky, které jsou nejméně stlačitelné, jsou zároveň nejvíce pružné. Podle hodnocení respondentů byl nejvíce pružný vzorek č. 6, což je pletenina s vlasovým povrchem, PU pěnou a podšívkovou pleteninou, který měl pružnost 67,46 % a byl zároveň pátý

nejpružnější z hodnocených vzorků. To může mít za důsledek složení materiálů a příjemností vlasové pleteniny jako první vrstvy autopotahu.

5 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala kompresními vlastnostmi a hodnocení parametrů plošných textilií při jejich stlačování. Pro tuto bakalářskou práci byl vybrán sortiment autopotahů, které jsou běžně k sehnání u výrobců. Kompresní vlastnosti autopotahů byly vyhodnocovány na dvou přístrojích a to na přístroji KES – FB 3 a tloušťkoměru SDL M 034 A. Dále vzorky byly předloženy respondentům na ohodnocení kompresních vlastností. Cílem bylo vyhodnotit zjištěné výsledky a porovnat testované autopotahy mezi sebou.

V teoretické části bakalářské práce je kladen důraz na mechanické a kompresní vlastnosti při stlačování plošné textilie. Jsou popsány 3 druhy deformací, které mohou nastat při stlačování, je rozebírán pojem stlačitelnost, historie měření stlačitelnosti a Sommerův vztah pro stlačitelnost. Krom stlačitelnosti jsou popsány kompresní vlastnosti jako kompresní odpor, relaxace napětí, creep, trvalá deformace, hystereze, atd. Další část teoretické části je zaměřena na metody hodnocení tloušťky a kompresních vlastností plošné textilie. Zde je popsána bývalá metoda pro zjišťování tloušťky plošných textilií dle ČSN 80 0844, metoda pro zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků dle ČSN EN ISO 5084 (80 0844) a zjišťování kompresních vlastností pomocí přístroje KES – FB 3. Poté jsou popsány některé přístroje pro hodnocení tloušťky, které jsou dostupné na trhu.

V experimentální části byly vyhodnocovány kompresní vlastnosti vybraného sortimentu plošných textilií, v tomto případě autopotahů. Byly vyhodnoceny kompresní vlastnosti, jako je stlačitelnost podle Sommera, která úzce souvisí s tloušťkou materiálu při dvou daných tlacích, které byly měřeny na přístrojích SDL M 034 A a KES – FB 3, kompresní energie, kompresní elastické zotavení.

Dále hodnocené vzorky byly předloženy 50 respondentům mužského i ženského pohlaví různých věkových kategorií, aby ohodnotili tloušťku, kompresní pružnost, stlačitelnost každého ze 14 vzorků. Co se týče porovnání výsledků od respondentů a přístroje KES – FB 3 je velice náročné, protože každý respondent má svou vlastní představu o svém ideálním autopotahu. Někdo dává přednost slabším a méně pružným materiálům a jiní naopak silným materiálům s větší pružností a těch je víc. Ovšem až na vzorky, u kterých respondenti nemohli tušit vysokou kompresní pružnost z hlediska velice malé tloušťky a velice malé stlačitelnosti, se dá říct, že se výsledky

shodovaly s naměřenými hodnotami. Mimo jiné dostali respondenti i další doplňující otázky na téma autopotahy, které jsou v příloze bakalářské práce.

Dlouho jsem si pokládal otázku, jestli hodnocení kompresních vlastností autopotahu má nějaký smysl z uživatelského hlediska. Odpověď se mi dostala právě při vyplňování dotazníku od respondentů a jejich reakcí na určité typy vzorků autopotahů. 90% z nich ohodnotilo autopotah z hlediska komfortních vlastností a jak jim je příjemný na dotek, stlačení. Z průzkumu vyplynulo, že 87% z nich preferuje silnější až silný materiál autopotahu a 70 % více pružný materiál, zbylých 30 % mírně pružný. Velká většina respondentů preferuje silnější, pružnější, dobře stlačitelný autopotah. Proto kdybych mohl doporučit výrobcům, které z hodnocených vzorků odpovídají požadavkům respondentů, doporučil bych jednoznačně vzorek č. 14 kvůli jeho tloušťce a pozitivního ohlasu z řad respondentů, dále vzorek č. 13 pro jeho dobrou stlačitelnost a zároveň pružnost. Dále vzorek č. 9, kvůli jeho tloušťce, pružnosti a dobré stlačitelnosti. Naopak vzorky, které bych nedoporučoval i přesto, že měly vysokou pružnost, kterou ovšem uživatel nemohl poznat, jsou vzorky č. 1 a 3. Tyto vzorky autopotahu jsou pro většinu uživatelů příliš tenké, dle přístroje i respondentů nejhůře stlačitelné a při hodnocení se setkávaly s negativními názory. U ostatních vzorků autopotahu je pouze na uživateli jestli by se zaměřil na kompresní vlastnosti autopotahu, které jsou pro mnoho respondentů i komfortní záležitostí, nebo by volil dle estetického vzhledu autopotahu.

Použitá literatura

- [1] Kovačič, V. Kapitoly z textilního zkušebnictví. Liberec: TUL, 2004
- [2] Staněk, J. Nauka o textilních materiálech díl. 1 část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií. Liberec: TUL, 1988
- [3] Bakalářská práce. Michaela Uhrová, Tloušťka textilií, TUL, 2008
- [4] Hluchý, M., Kolouch J. Strojírenská technologie 1. Nauka o materiálu 1. Díl. Praha 2002
- [5] El-Ghezal Jeguirim S., Fontaine S. Transverse compression behavior of polyamide 6.6 rovings: Experimental study. Textile Research Journal, 2012, vol. 82, no.1, str. 77-87
- [6] Kovačič, V. Textilní zkušebnictví díl 1. Liberec: TUL, 2004
- [7] Kovačič, V. Textilní zkušebnictví díl 2. Liberec: TUL, 2004
- [8] C. M. Van Wyk. Note on compressibility of wool. The Journal Of The Textile Institute, 1946, vol. 37, no. 12, str. 285 – 292
- [9] Neckář, B. Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů. Liberec: TUL, 2001. 243s.
- [10] Yanping Liu, Hong Hu. Compression Behavior of Warp-Knitted Spacer Fabrics for Cushioning Applications. Textile Research Journal, 2011, August 2, str. 11 – 20
- [11] Diplomová práce. Pavlína Pondělková, Deformační závislosti při stlačování vlákenných materiálů, TUL, 2003
- [12] Neckář, B. Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů. Liberec: TUL, 2001
- [13] Kawabata, S. The Standardization and Analysis of Hand Evaluation, Osaka: Science and Technology Center, 1980
- [14] Košková B. Struktura a vlastnosti vláken. skriptu VŠST, Liberec 1983.
- [15] ČSN EN ISO 1856 – Měkké lehčené polymerní materiály – Stanovení trvalé deformace v tlaku.

- [16] Bakalářská práce. Tomáš Mařan, Tloušťka plošných textilií a kompresní vlastnosti, TUL, 2009
- [17] ČSN 80 0844 (800844) Plošné textilie. Zjišťování tloušťky
- [18] ČSN EN ISO 5084 (80 0844) Textilie - Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků
- [19] Katedra oděvnictví [online]. 2011 [cit. 2011-12-20]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvičení/TLAK_KES3.pdf
- [20] Katedra oděvnictví [online]. 2011 [cit. 2011-12-18]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvičení/TLOUSTKOMER.pdf>
- [21] Tendring Pacific [online]. 2011 [cit. 2011-12-20]. Dostupné z WWW: <http://www.tendringpacific.com/instrument/rainbow-thickness-tester>
- [22] Schroeder - prueftechnik [online] 2011 [cit. 2011-12-20]. Dostupné z WWW: http://www.schroederprueftechnik.de/hauptteil_textil.htm
- [23] Bakalářská práce. Ondřej Pokorný, Textilie v interiéru osobních automobilů z hlediska akustických vlastností, TUL, 2010
- [24] Automotive interiors. Magazines international Ltd. Watford, Great Britain. 1992-1995
- [25] FUNG, Walter – HARDCASTLE, Mike. *Textiles in automotive engineering*. 1.st edition. Cambridge (England): Woodhead-publishing Ltd, 2001
- [26] MILITKÝ, J.: *Technické textilie*, Liberec: TUL, 2002
- [27] INTERNÍ NORMA C. 23-301-01/01, TUL 2002

Seznam příloh

Příloha 1 – Měření plošné hmotnosti všech tří vrstev autopotahu

Příloha 2 – Měření tloušťky autopotahů na SDL M 034 A a KES – FB 3

Příloha 3 – Měření kompresní energie autopotahů

Příloha 4 – Měření kompresní elastické zotavení autopotahů

Příloha 5 – Hodnoty linearity křivky tlak – tloušťka

Příloha 6 – Dotazník

Příloha 7 – Hodnocení respondentů

Příloha 8 – Doplnující otázky

Příloha 9 – Vzorky zkoumaných autopotahů

Příloha 10 – Grafy z přístroje KES – FB 3

Příloha č. 1 – Měření plošné hmotnosti všech tří vrstev autopotahu

Plošná hmotnost autopotahu						
vzorek	1. měření [g/m ²]	2. měření [g/m ²]	3. měření [g/m ²]	\bar{x} [g/m ²]	s [g/m ²]	v [%]
1	493	494	491	492,67	1,53	0,31
2	385	384	382	383,67	1,53	0,40
3	311	314	315	313,33	2,08	0,66
4	308	304	302	304,67	3,06	1,00
5	330	331	329	330,00	1,00	0,30
6	318	317	323	319,33	3,21	1,01
7	478	473	475	475,33	2,52	0,53
8	565	558	559	560,67	3,79	0,68
9	534	539	536	536,33	2,52	0,47
10	379	388	382	383,00	4,58	1,20
11	494	496	495	495,00	1,00	0,20
12	499	495	493	495,67	3,06	0,62
13	483	483	485	483,67	1,15	0,24
14	558	555	556	556,33	1,53	0,27

Příloha č. 2 – Měření tloušťky autopotahů na SDL M 034 A a KES – FB 3

Tloušťka při 200 Pa - SDL M 034 A						
vzorek	1. měření [mm]	2. měření [mm]	3. měření [mm]	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]
1	1,46	1,49	1,5	1,483	0,021	1,403
2	3,37	3,36	3,37	3,367	0,006	0,171
3	1,35	1,31	1,37	1,343	0,031	2,274
4	2,69	2,7	2,7	2,697	0,006	0,214
5	3,09	3,08	3,07	3,080	0,010	0,325
6	3,79	3,67	3,71	3,723	0,061	1,641
7	3,84	3,78	3,93	3,850	0,075	1,961
8	3,74	3,84	3,76	3,780	0,053	1,400
9	4,66	4,66	4,66	4,660	0,000	0,000
10	2,34	2,3	2,33	2,323	0,021	0,896
11	3,39	3,46	3,44	3,430	0,036	1,051
12	4,11	4,06	4,12	4,097	0,032	0,785
13	3,36	3,35	3,36	3,357	0,006	0,172
14	5,35	5,36	5,37	5,360	0,010	0,187

Tloušťka při 1000 Pa - SDL M 034 A						
vzorek	1. měření [mm]	2. měření [mm]	3. měření [mm]	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]
1	1,43	1,38	1,4	1,403	0,025	1,793
2	3,12	3,16	3,17	3,150	0,026	0,840
3	1,17	1,21	1,2	1,193	0,021	1,744
4	2,53	2,56	2,56	2,550	0,017	0,679
5	2,95	2,92	2,93	2,933	0,015	0,521
6	3,57	3,49	3,48	3,513	0,049	1,404
7	3,69	3,66	3,77	3,707	0,057	1,534
8	3,57	3,62	3,6	3,597	0,025	0,700
9	4,47	4,43	4,47	4,457	0,023	0,518
10	2,16	2,15	2,12	2,143	0,021	0,971
11	3,18	3,17	3,23	3,193	0,032	1,007
12	3,91	3,97	3,92	3,933	0,032	0,817
13	3,18	3,17	3,2	3,183	0,015	0,480
14	5,21	5,2	5,2	5,203	0,006	0,111

Tloušťka při 49 Pa - KES – FB 3						
vzorek	1. měření [mm]	2. měření [mm]	3. měření [mm]	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]
1	0,806	0,789	0,786	0,794	0,011	1,359
2	3,5	3,55	3,77	3,607	0,144	3,983
3	0,752	0,723	0,718	0,731	0,018	2,511
4	2,77	2,76	2,77	2,767	0,006	0,209
5	3,17	3,19	3,2	3,187	0,015	0,479
6	3,8	3,84	3,81	3,817	0,021	0,545
7	3,91	3,93	4,04	3,960	0,070	1,768
8	3,92	3,86	3,87	3,883	0,032	0,828
9	4,82	4,74	4,78	4,780	0,040	0,837
10	3	2,84	2,57	2,803	0,217	7,753
11	3,43	3,41	3,66	3,500	0,139	3,969
12	4,21	4,11	4,16	4,160	0,050	1,202
13	3,79	3,74	3,63	3,720	0,082	2,200
14	5,83	5,64	5,44	5,637	0,195	3,460

Tloušťka při 4900 Pa - KES – FB 3						
vzorek	1. měření [mm]	2. měření [mm]	3. měření [mm]	\bar{x} [mm]	s [mm]	v [%]
1	0,72	0,723	0,728	0,724	0,004	0,558
2	3,05	3,06	3,11	3,073	0,032	1,046
3	0,608	0,586	0,605	0,600	0,012	1,989
4	2,52	2,52	2,52	2,520	0,000	0,000
5	2,87	2,92	2,93	2,907	0,032	1,106
6	3,39	3,42	3,38	3,397	0,021	0,613
7	3,59	3,62	3,67	3,627	0,040	1,114
8	3,6	3,6	3,58	3,593	0,012	0,321
9	4,23	4,23	4,23	4,230	0,000	0,000
10	2,12	2,12	2,12	2,120	0,000	0,000
11	2,88	2,87	3	2,917	0,072	2,480
12	3,77	3,77	3,79	3,777	0,012	0,306
13	3,12	3,11	3,09	3,107	0,015	0,492
14	5,18	5,18	5,14	5,167	0,023	0,447

Příloha č. 3 – Měření kompresní energie autopotahů

Kompresní energie - WC						
vzorek	1. měření [N.m/m ²]	2. měření [N.m/m ²]	3. měření [N.m/m ²]	\bar{x} [N.m/m ²]	s [N.m/m ²]	v [%]
1	0,181	0,167	0,154	0,167	0,014	8,070
2	0,607	0,625	0,638	0,623	0,016	2,497
3	0,35	0,323	0,314	0,329	0,019	5,695
4	0,481	0,468	0,479	0,476	0,007	1,471
5	0,549	0,524	0,514	0,529	0,018	3,408
6	0,593	0,586	0,617	0,599	0,016	2,716
7	0,542	0,546	0,65	0,579	0,061	10,569
8	0,506	0,434	0,521	0,487	0,047	9,550
9	1,18	1,09	1,07	1,113	0,059	5,263
10	0,688	0,62	0,602	0,637	0,045	7,124
11	1,1	1,02	0,876	0,999	0,114	11,367
12	0,755	0,667	0,722	0,715	0,044	6,221
13	0,542	0,502	0,522	0,522	0,020	3,831
14	0,634	0,55	0,479	0,554	0,078	13,997

Příloha č. 4 – Měření kompresního elastického zotavení autopotahů

Kompresní elastické zotavení - RC						
vzorek	1. měření [%]	2. měření [%]	3. měření [%]	\bar{x} [%]	s [%]	v [%]
1	75,14	75,18	75,14	75,153	0,023	0,031
2	64,58	64	63,17	63,917	0,709	1,109
3	84,79	84,82	84,85	84,820	0,030	0,035
4	65,28	66,67	64,93	65,627	0,920	1,402
5	65,94	66,98	66,15	66,357	0,550	0,829
6	67,45	69,28	65,64	67,457	1,820	2,698
7	64,21	65,57	62,77	64,183	1,400	2,182
8	61,46	66,82	60,08	62,787	3,560	5,671
9	63,9	69,17	64,02	65,697	3,009	4,580
10	57,41	64,62	57,64	59,890	4,098	6,842
11	57,55	60,88	58,79	59,073	1,683	2,849
12	60,53	66,12	60,66	62,437	3,191	5,110
13	65,31	74,7	65,9	68,637	5,259	7,662
14	64,04	72,36	68,48	68,293	4,163	6,096

Příloha č. 5 – Hodnoty linearity křivky tlak – tloušťka

Linearita křivky tlak - tloušťka - LC						
vzorek	1. měření [-]	2. měření [-]	3. měření [-]	\bar{x} [-]	s [-]	v [%]
1	0,859	1,03	1,034	0,974	0,100	10,253
2	0,54	0,51	0,387	0,479	0,081	16,926
3	0,992	0,962	0,994	0,983	0,018	1,824
4	0,77	0,78	0,766	0,772	0,007	0,934
5	0,732	0,776	0,761	0,756	0,022	2,957
6	0,579	0,558	0,574	0,570	0,011	1,923
7	0,677	0,705	0,703	0,695	0,016	2,248
8	0,632	0,668	0,719	0,673	0,044	6,496
9	0,8	0,855	0,778	0,811	0,040	4,890
10	0,313	0,344	0,535	0,397	0,120	30,258
11	0,8	0,756	0,531	0,696	0,144	20,742
12	0,686	0,785	0,781	0,751	0,056	7,465
13	0,38	0,379	0,475	0,411	0,055	13,405
14	0,39	0,478	0,639	0,502	0,126	25,137

Dotazník – Hodnocení autopotahů

Cílem mé bakalářské práce je hodnocení kompresních vlastností plošné textilie (autopotahů) při jejich stlačování. Pomocí mého dotazníku bych chtěl zjistit, jak ohodnotí stlačitelnost, tloušťku a pružnost autopotahu respondent. Všechny 14 vzorků bylo před konečným hodnocením důkladně prozkoumáno respondenty, aby měli určitou představu o jejich tloušťce, pružnosti, stlačitelnosti než začnou hodnotit.

. Zjištěné výsledky od respondentů budou porovnány a přirovnány k výsledkům v bakalářské práci.

Pro představu: Nejtenčí je vzorek č. 3 (1,193 mm) a naopak nejsilnější je vzorek č. 14 (5,203mm). Nejmeně stlačitelný je vzorek č. 1 a nejvíce stlačitelný je vzorek č. 10. Kompresní pružnost mají všechny vzorky velice podobnou až na vzorky č. 1 a 3, je na vás jak je ohodnotíte.

Dotazovaný:

Pohlaví: Muž ☐ **Věk:** do 25 ☐ 26 – 40 ☐ nad 40 ☐
Žena ☐

Otázky:

Jakou preferujete tloušťku materiálu autopotahu? (zakroužkujte)

tenký silnější silný

Jakou kompresní pružnost svého autopotahu byste si představovali při stlačení? (zakroužkujte)

nepružný mírně pružný více pružný

Jaký typ materiálu svého autopotahu byste zvolili? (zakroužkujte)

tkanina pletenina kůže 3D pletenina

Jaké volíte odstín autopotahu? (zakroužkujte)

světlejší

tmavší

Vyhovuje vám současná nabídka autopotahů na trhu? (zakroužkujte)

ano

nesleduji nabídku

ne

Vyhovují vám komfortní vlastnosti vašeho autopotahu? (zakroužkujte)

ano

ne

Pokud jste zakroužkovali odpověď ne, uveďte důvod (např. pocení, odírání oděvu, kluzký povrch,...):

Používáte ochranné autopotahy? (zakroužkujte)

ano

ne

U každého vzorku autopotahu prosím o zaškrtnutí příslušného políčka dle vašeho pocitu a názoru při zkoumání vzorku na jeho tloušťku, pružnost a stlačitelnost.

Vzorek č. 1

Tloušťka autopotahu

stupeň	charakteristika	V
1	nedostačující	
2	dostačující	
3	výborná	

Kompresní pružnost autopotahu

stupeň	charakteristika	V
1	nedostačující	
2	dostačující	
3	výborná	

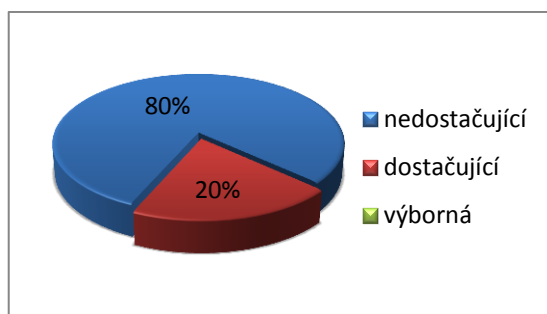
Stlačitelnost (měkkost) autopotahu

stupeň	charakteristika	V
1	Nejhůře stlačitelný	
2	Hůře stlačitelný	
3	Středně stlačitelný	
4	Lépe stlačitelný	
5	Nejlépe stlačitelný	

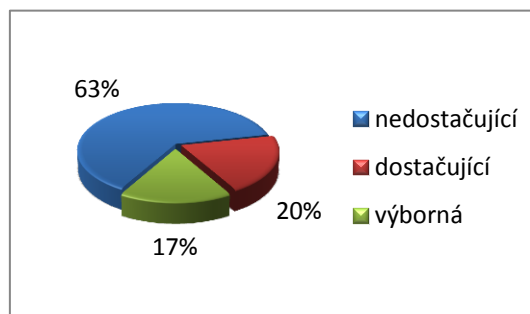
Příloha č. 7 – Hodnocení respondentů

Vzorek 1

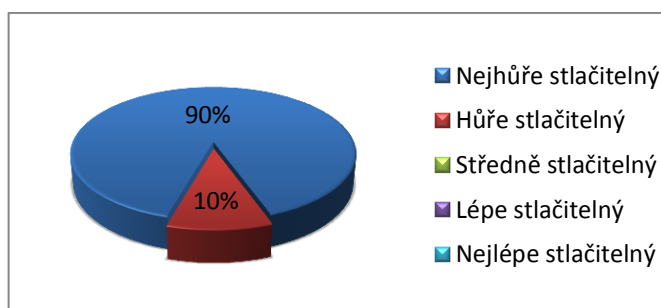
Tloušťka



Kompresní pružnost

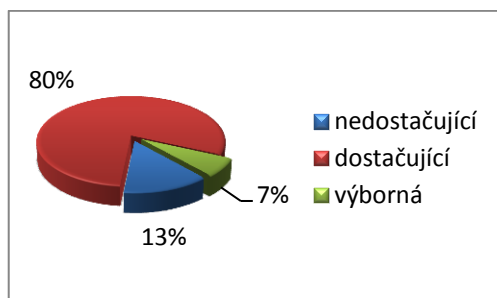


Stlačitelnost

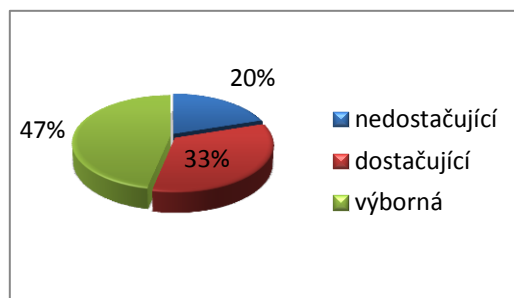


Vzorek 2

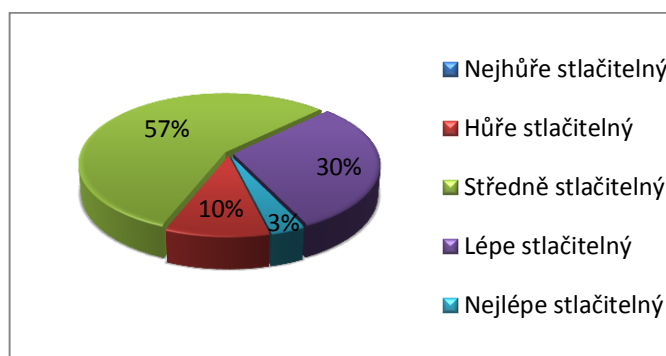
Tloušťka



Kompresní pružnost

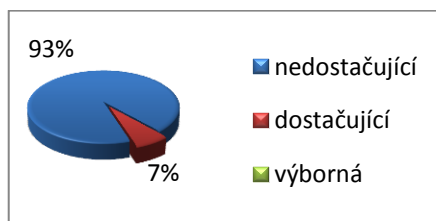


Stlačitelnost

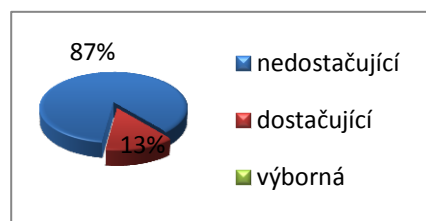


Vzorek 3

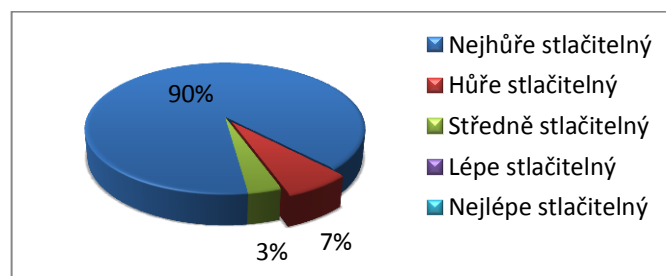
Tloušťka



Kompresní pružnost

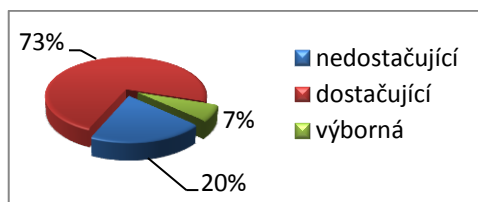


Stlačitelnost

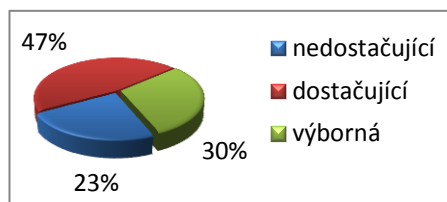


Vzorek 4

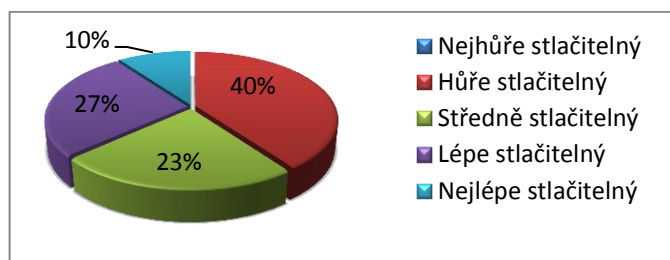
Tloušťka



Kompresní pružnost

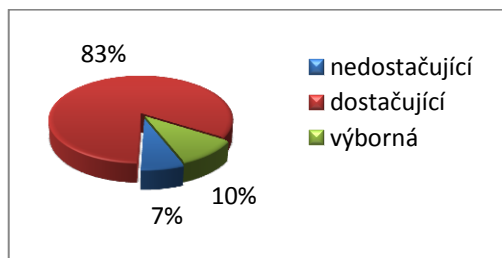


Stlačitelnost

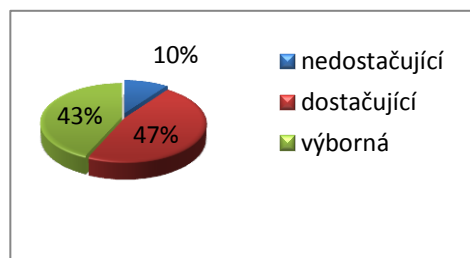


Vzorek 5

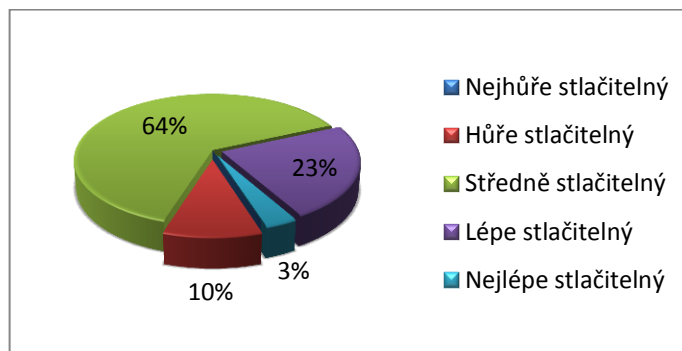
Tloušťka



Kompresní pružnost

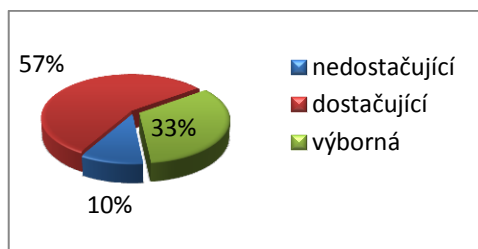


Stlačitelnost

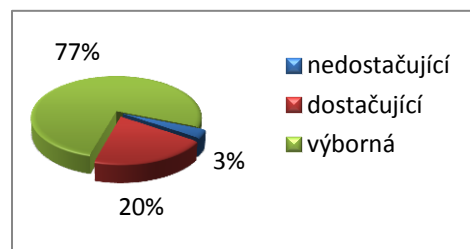


Vzorek 6

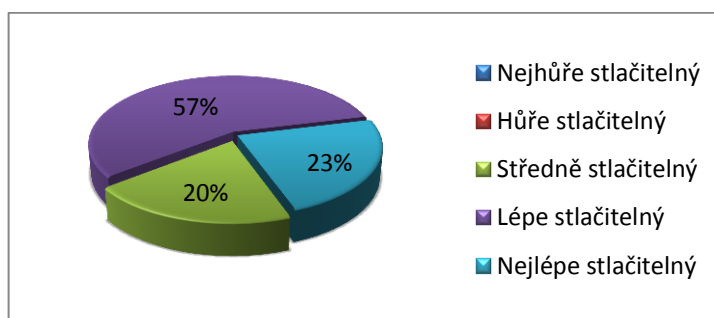
Tloušťka



Kompresní pružnost

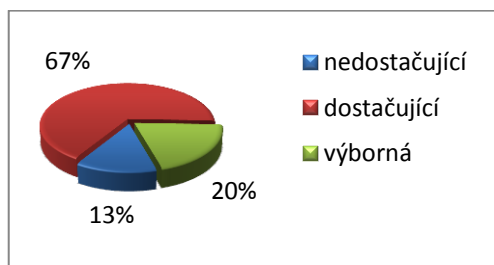


Stlačitelnost

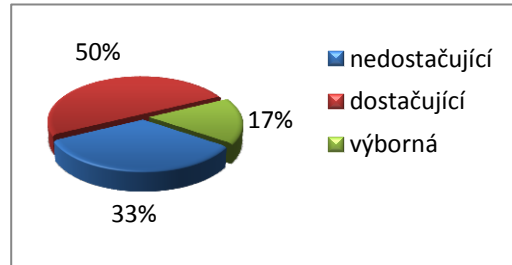


Vzorek 7

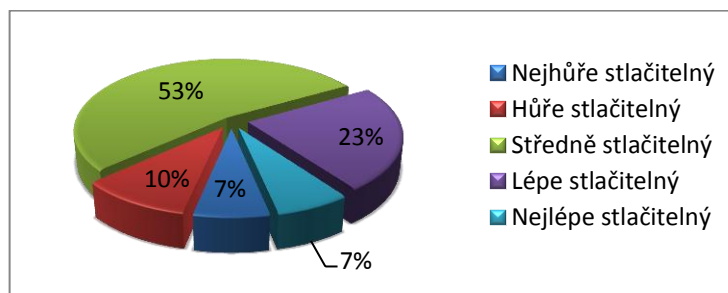
Tloušťka



Kompresní pružnost

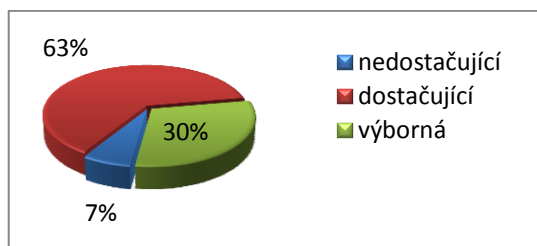


Stlačitelnost

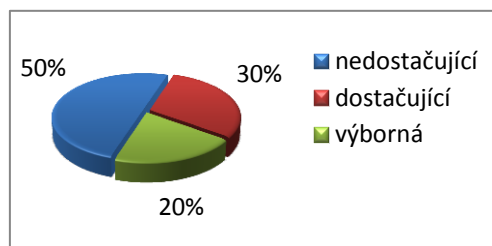


Vzorek 8

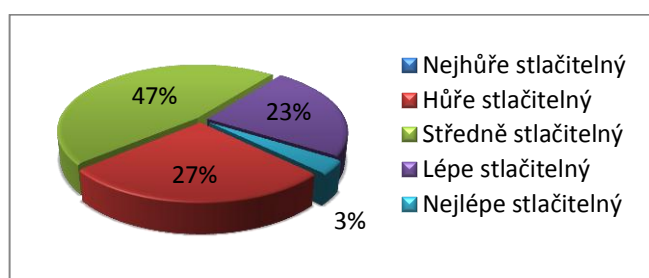
Tloušťka



Kompresní pružnost

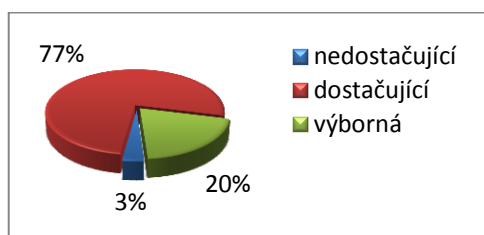


Stlačitelnost

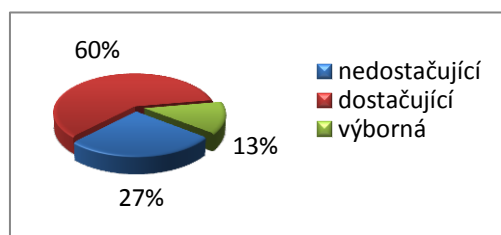


Vzorek 9

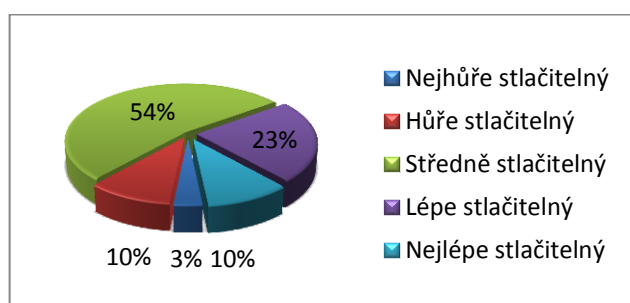
Tloušťka



Kompresní pružnost

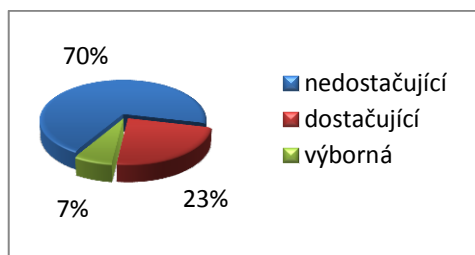


Stlačitelnost

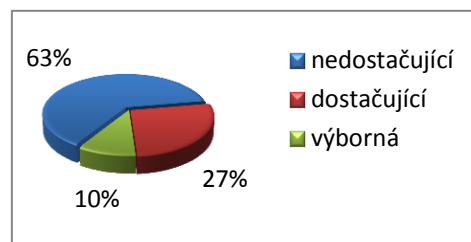


Vzorek 10

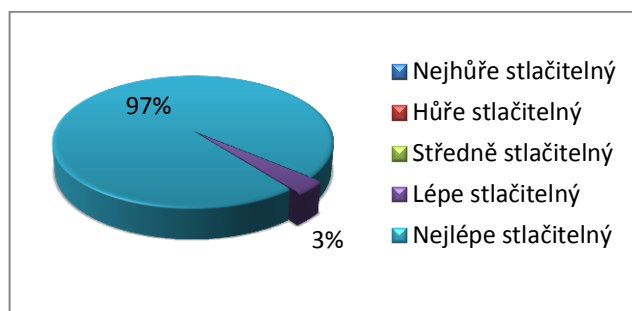
Tloušťka



Kompresní pružnost

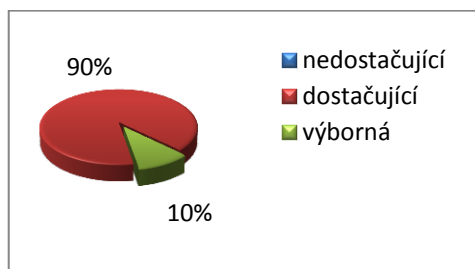


Stlačitelnost

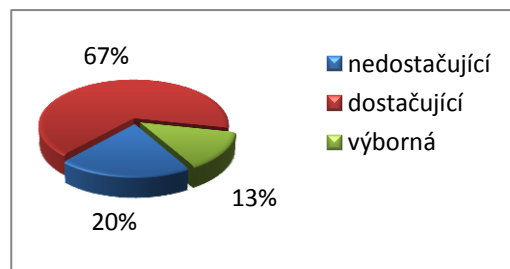


Vzorek 11

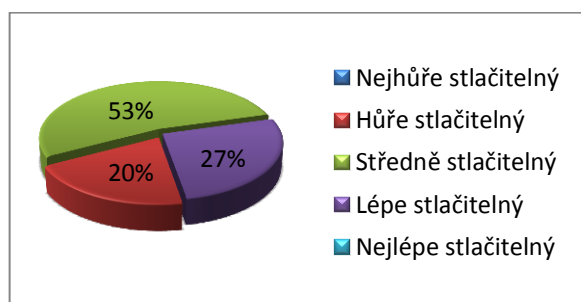
Tloušťka



Kompresní pružnost

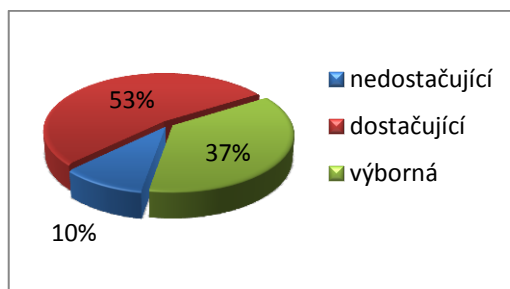


Stlačitelnost

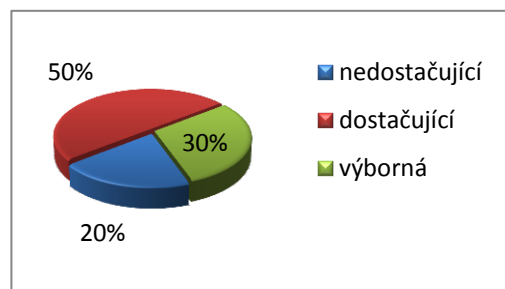


Vzorek 12

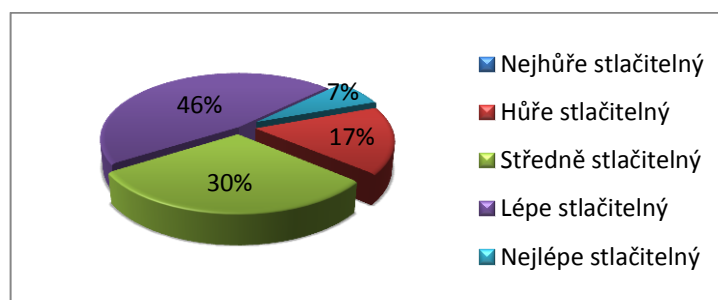
Tloušťka



Kompresní pružnost

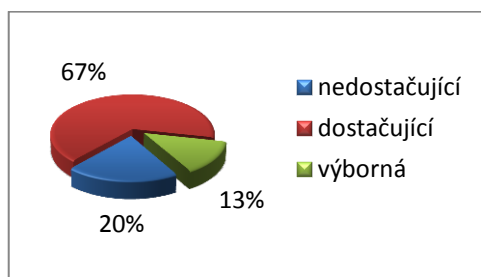


Stlačitelnost

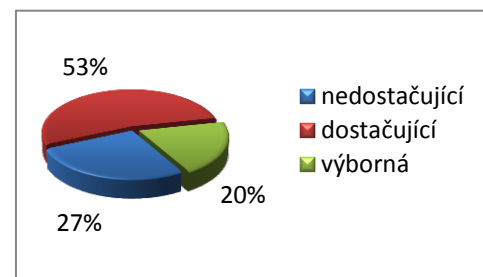


Vzorek 13

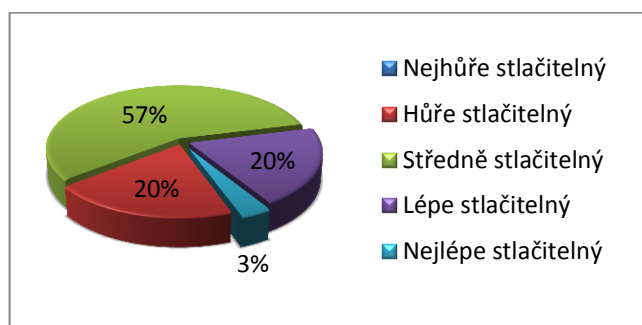
Tloušťka



Kompresní pružnost

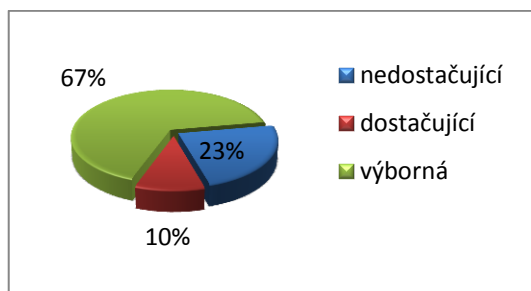


Stlačitelnost

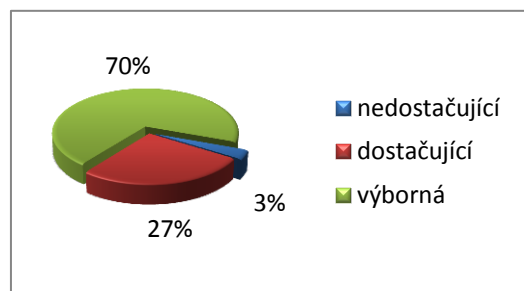


Vzorek 14

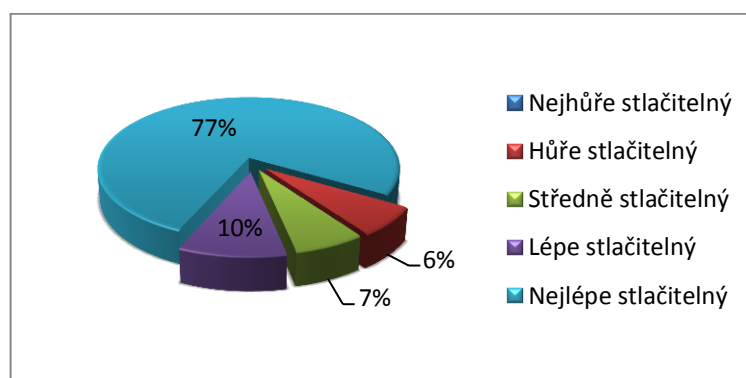
Tloušťka



Kompresní pružnost

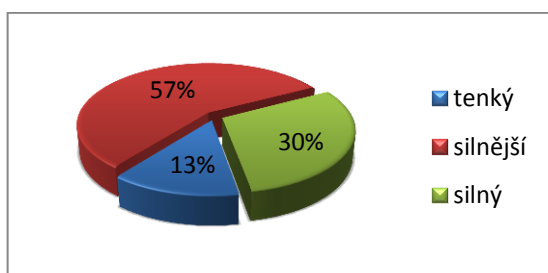


Stlačitelnost

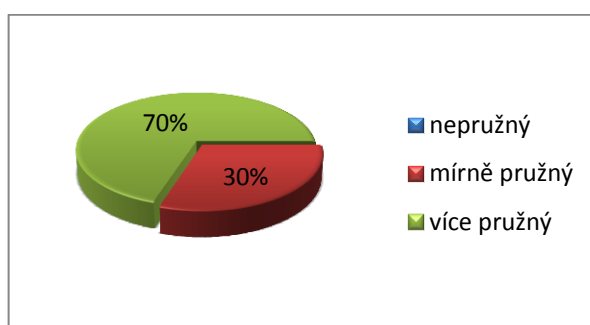


Příloha č. 8 – Doplnující otázky

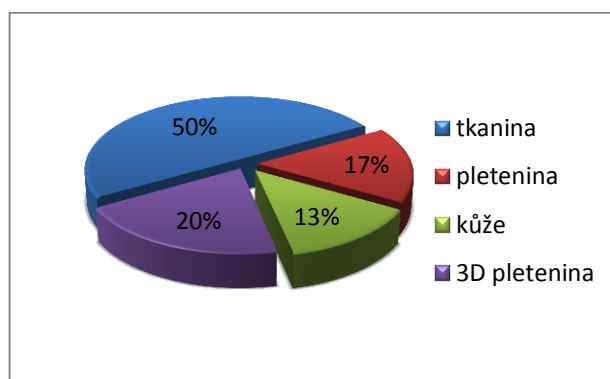
Jakou preferujete tloušťku materiálu autopotahu?



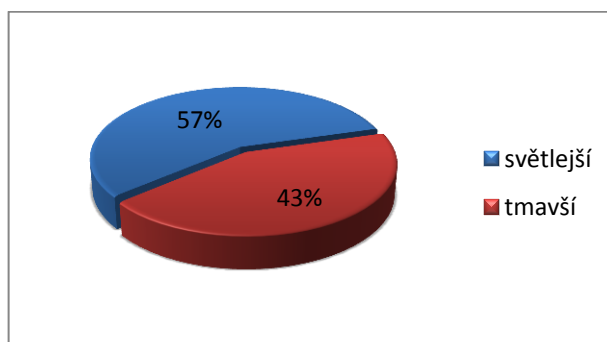
Jakou kompresní pružnost svého autopotahu byste si představovali při stlačení?



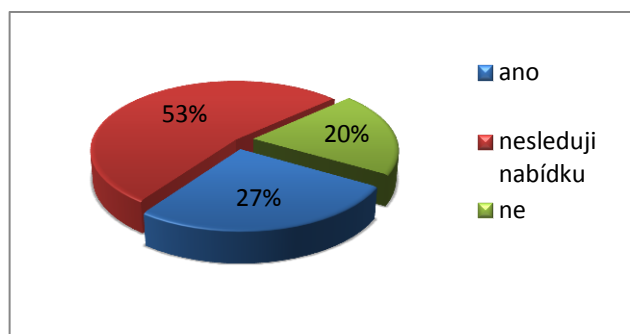
Jaký typ materiálu svého autopotahu byste zvolili?



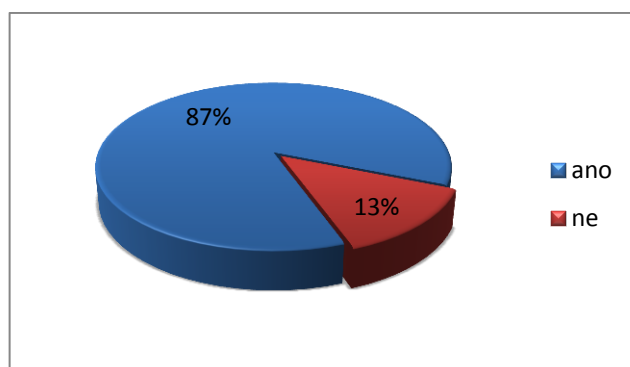
Jaké volíte odstín autopotahu?



Vyhovuje vám současná nabídka autopotahů na trhu?

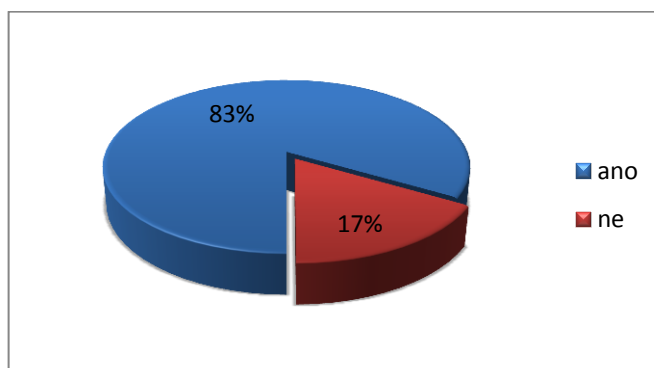


Vyhovují vám komfortní vlastnosti vašeho autopotahu?



Důvody proč ne: 1) Pocení 2) Hrubý povrch 3) Příliš měkký 4) Nepříjemný na dotek

Používáte ochranné autopotahy?



Příloha č. 9 – Vzorčky zkoumaných autopotahů

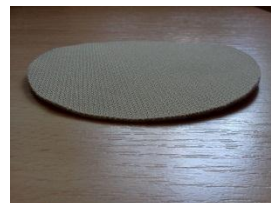
Vzorek č. 1



Vzorek č. 2



Vzorek č. 3



Vzorek č. 4



Vzorek č. 5



Vzorek č. 6



Vzorek č. 7



Vzorek č. 8



Vzorek č. 9



Vzorek č. 10



Vzorek č. 11



Vzorek č. 12



Vzorek č. 13



Vzorek č. 14



Příloha č. 10 – Grafy z přístroje KES – FB 3

